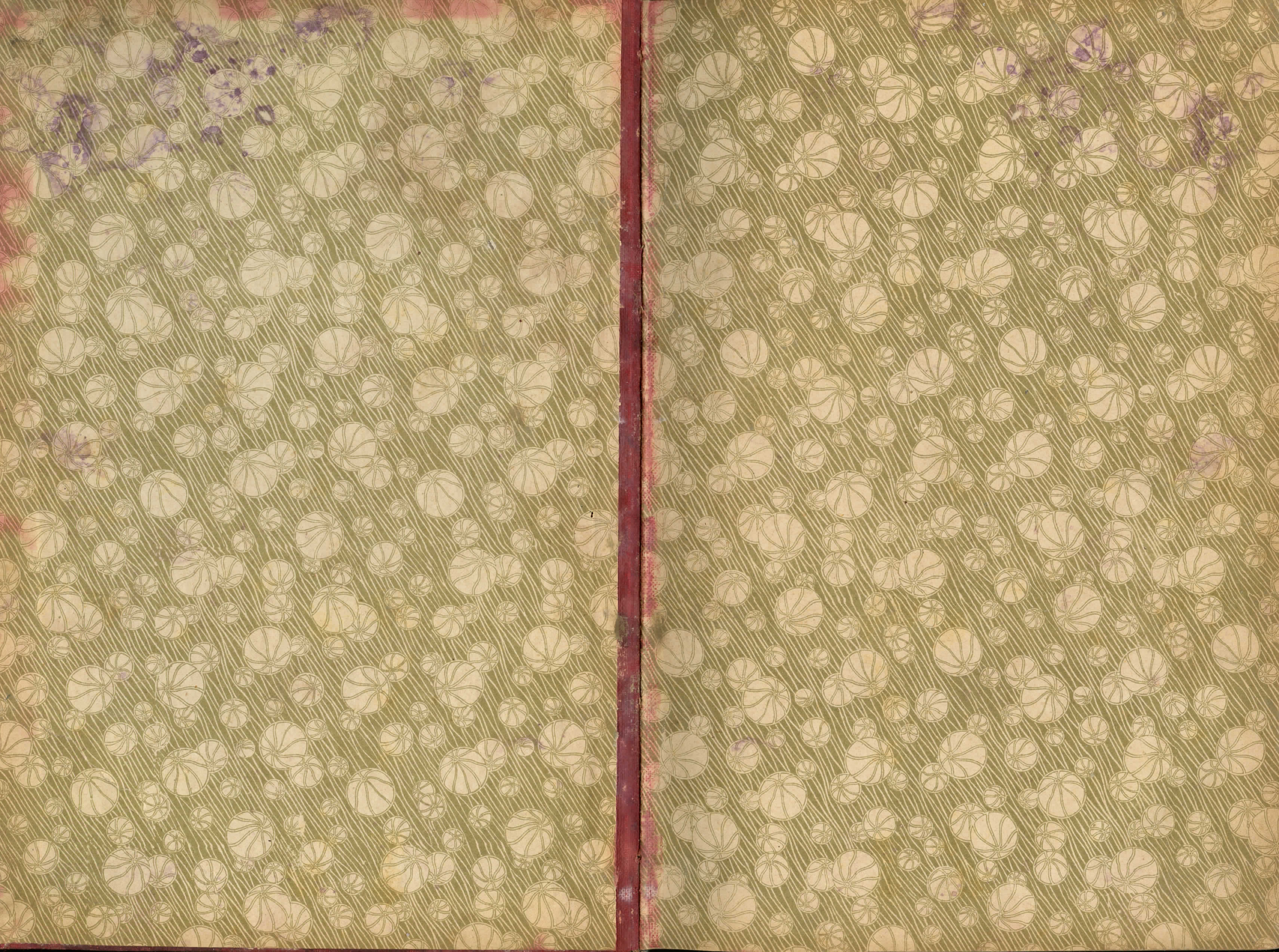
GJURAŠIN

IZ BILINSKOGA SVIETA.

PRIRODOPISNE I KULTURNE CRTICE.

KNJIGA IV.





POUČNA KNJIŽNICA „MATICE HRVATSKE."

KNJIGA XXI.

IZ BILINSKOGA SVIETA.

PRIRODOPISNE I KULTURNE CRTICE.

NAPISAO

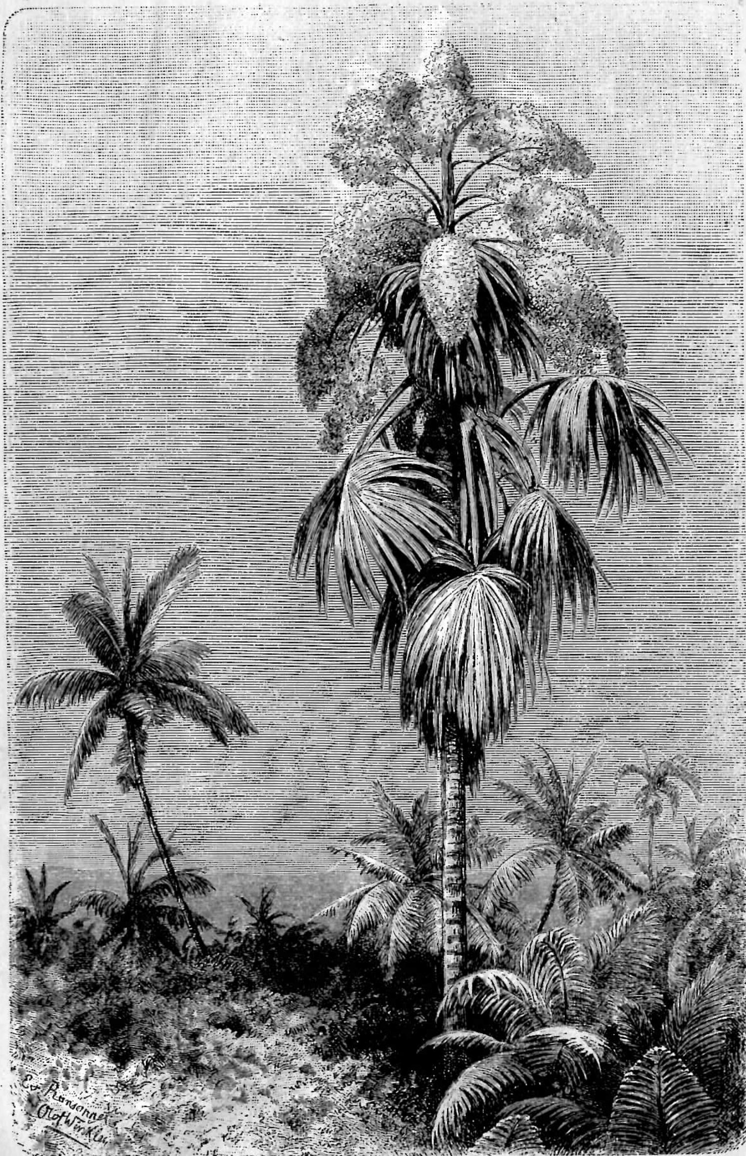
DR. STJEPAN GJURAŠIN.

KNJIGA ČETVRTA.

ZAGREB.

TISAK KARLA ALBRECHTA (JOS. WITTASEK).

1896.



Paoma: „Corypha umbraculifera“.
(Str. 79.)

IZ BILINSKOGA SVIETA.

PRIRODOPISNE I KULTURNE CRTICE.

NAPISAO

DR. STJEPAN GJURAŠIN.

KNJIGA ČETVRTA.

SA ŠESTDESET I JEDNOM SLIKOM.

NAGRADJENO IZ ZAKLADE GROFA DRAŠKOVIĆA
ZA GODINU 1895.

ZAGREB.
NAKLADA „MATICE HRVATSKE“.
1896.

Matica Hrvatska je već u početku, kad je god. 1884. počela izdavati svoju knjigu: »Iz bilinskoga svieta«, odlučila u posljednjoj — četvrtoj knjizi — izdati za svoju veliku publiku posebnu knjigu o životu biljnom, te pošto ni gosp. prof. dr. Mišo Kišpatić, a ni gosp. prof. dr. Bogoslav Jiruš niesu dospjeli, da ovaj dio knjige napišu, to sam ja, ponukan i od »Matice« i od gosp. prof. dra. Kišpatića, nastojao, da u ovoj knjizi po mogućnosti prikažem najzanimljivije pojave iz života biljnoga.

U prvim poglavljima ove knjige obradio sam hranitbu bilja, a u posljednjim razplod njihov. Za primjer hranitbe bilja bez listnoga zelenila uzeo sam bakterije, koji su u najnovije doba toliku popularnost stekli. Kao primjere navadjao sam po mogućnosti uviek ono bilje, koje mi se činilo, da će biti kod nas najpoznatije.

Kod izradjivanja ove knjige upotrebljavao sam sliedeća djela: »Kerner: Pflanzenleben«, iz koje knjige je uzeto i najviše slika u ovu knjigu; »Hansen: Pflanzenphysiologie«: »Van Tieghem: Traité de Botanique«; »Vuillemin: Biologie végétale«; »De Bary: Vorlesungen über Bakterien«, i: »Heinz: Bakterije«, — a osim toga služio sam se i mnogim razpravama iz raznih botaničkih časopisa, kao što su mi i vlastita opažanja mnogo pomagala.

U Gospiću, o Uskrsu god. 1896.

Dr. Stj. Gj.

IZ BILINSKOGA SVIETA.

Stanica.

I.

Odkriće mikroskopskoga svieta. — Životinje i biljke sagradjene su od stanica. — Oblik, sastav stanice i njezina veličina. — Zašto su stanice tako malene?

Čovjek od vajkada nastoji da upozna sviet, koji ga okružuje, da udje u tajne njegove. Do spoznaje o vanjskom svietu dolazi on samo svojim osjetilima: njušnim, okusnim, slušnim, opipnim i nada sve vidnim ili očima. Svi mi znademo, koliki su za nas neprocjenivi dar prirode oči, kojima motrimo krasni sviet. Običan čovjek, koji ne teži za drugim, već samo za običnim svagdanjim stvarima, bit će zadovoljan s njima i ne će mu nikada pasti na um, da to nije baš najsavršeniji aparat, što bi nam trebao. Motrimo li u daljinu, uvjerit ćemo se, da u istinu naše oči niesu takove, da ih ne bi mogli boljim željeti. Gledamo li zvjezdano nebo s mjesecom i bezbroj onih svietlih svjetova, obuzme nas osobita neka čežnja, da nam je moći našim očima proniknuti u njihovu tajnu, da nam je moći vidjeti, kakvi su to svjetovi i što na njima biva. Od davnih je vremena čovjeka takova znatiželjnost obuzimala, ali kako god je on htio u tu tajnu prodrieti, morao je od toga odustati, jer je vidio, da mu sjetila niesu za to stvorena — da mu niesu dosta savršena. Čovjek je već izgubio gotovo svu nadu, da će ikada prodrieti u tajnu svemira, da će ikada znati, što su one svietle zvjezdice i druga nebeska tjelesa, što ih vidi na nebeskom svodu. Gotovo je već tri stoljeća, što je neutrudivom ljudskom umu pošlo za rukom odkriti spravu, koja će usavršiti njegovo oko tako, da će i ono u neizmjernu udaljenost moći prodirati. Godine 1606. pronašao je Nizozemac Hans Lippershay prvi dalekozor, i tako čovječanstvu pomogao, da svojoj tisućljetnoj želji udovolji da se upozna s neizmjernim svemirom.

*

Oko je naše nesavršeno ne samo, ako hoće da prodire u daljinu, već i u najbližu okolicu našu. Čovjek je vidio, da njegovo tielo, kao i životinja i biljaka, sastoji od organa ili udova. On je vidio, da i ovi organi niesu jednostavni, već da sastoje n. pr. od kože, mesa, žila, kosti, krvi i živaca i t. d. Na biljci je n. pr. opazio, da se na stablu može dobro razlikovati kora, drvo, liko i srčika. Nu da li kora, drvo, meso, krv i t. d. sastoji od samih jednakih čestica, to nije mogao svojim okom vidjeti. Čovjek je takodjer vidio, da niesu sve životinje i biljke jednake veličine: on je opažao, da ih imade od veličine slona i hrasta sve do najmanjih, koje jedva svojim okom zapaža. Nu da li su ti, koje jedva svojim okom zamjećuje, ujedno i najmanji živi stvorovi ili možda ima i još sitnijih, toga nije mogao sigurno znati, jer ga je oko — to jedino sjetilo, koje bi ga moglo o tom poučiti — izdalo. Nešto prije, no što je izumljen dalekozor — oko godine 1590. — izumio je opet Nizozemac Z a k a r i j a J a n s e n s i t n o z o r, spravu, koja je za proučavanje sićušnoga, nevidljivoga našim očima svieta ono, što je za neizmjerni sviet dalekozor. I tako je gotovo u isto vrieme obogaćen rod ljudski dvjema spravama, pomoću kojih postaje naše oko tako savršeno sjetilo, kako samo zaželjeti možemo, a kako nije ni jedno drugo naše sjetilo: jednim prodire naše oko u neizmjerno veliko, a drugim u neizmjerno maleno. Dalekozorom se odkriva duši našoj ogromni sviet nebeskih tjelesa, dočim sitnozorom sićušni, ali isto tako zanimivi sviet maljušnih živih bića.

Ako bismo se pitali, koji li je od oba izuma od veće znamenitosti po čovječanstvo, morali bismo priznati, da je težko odlučiti, kojoj spravi prvenstvo pripada. U praktičnom, svagdanjem životu nema sumnje, da imade sitnozor prvenstvo. Mi ćemo samo spomenuti, da je on neobhodno potreban kod razaznavanja mnoge hrane, razne robe, za proučavanje bolesti i t. d. Koga od čitatelja to pobliže zanima, neka pogleda u Matičine: „Novovjeke izume“ knjigu II., pak će naći sve koristi podrobno opisane, što ih daje sitnozor čovječanstvu. U znanstvenom su pogledu obje sprave bez sumnje od jednake važnosti. Naša nije ovdje, da se bavimo odkrićima, što ih je dalekozor čovjeku dao, mi ćemo se ovdje pozabaviti samo onim nevidljivim svietom i njegovim pojavama, što nam našem duševnom oku odkriva sitnozor.

Motrimo li koju b i l j k u — jer s biljem se imamo ovdje baviti —, vidjet ćemo, da ona sastoji od različitih dielova, od raznih udova, kao koriena, stabla, lišća, cvieta i t. d. Na pojedinim udovima možemo već prostim okom zamietiti n. pr. na listu, da je sastavljen od pojedinih česti, od tanke produljene peteljke i raz-širene tanke plojke. Na ovoj ćemo kod pomnijega motrenja zamietiti, da idu po njoj žile ili rebra. Hoćemo li i dalje znati, od česa sastoje ove žile i sam list, to nam samo oko ne će moći dati odgovora. Sitnozor je ona sprava, koja će našemu oku pomoći, da možemo i tu tajnu odkriti.

Kako je odkriven sitnozor, počeše njim motriti razne tvari i predmete. Englez H o o k e motrio je sitnozorom, što ga je sam načinio, pluto, od kojega se čepovi grade. Pod sitnozorom zapazi on, da pluto nije onako jednostavna tvar, kakva nam se čini, dok ju prostim okom motrimo. Vidio je on, da izgleda pod povećalom kao pčelinje saće: sastoji od samih šupljinica, koje su jedna od druge odieljene pretincima, kao što su pojedina oka u saću pčelinjem voštanim pretincima odieljena. Kada su poslije njega G r e w, takodjer Englez, M a l p i g h i, slavni talijanski učenjak, i mnogi drugi motrili razne biljevne česti, zapaziše, da su sve sagradjene na sličan način kao i pluto: svagdje nadješ više ili manje „stanice“, slične stanicama pčelinjega saća. Radi te sličnosti nazvaše one šupljinice, što se u biljnim organima pod sitnozorom vide: „*cellulae*“ latinski, čemu odgovara hrvatska rieč: s t a n i c a. Pomalo su saznali tako, da su svi dielovi bilja sagradjeni od stanica. Nu ne samo to. Nadjoše, da je i tielo životinja i čovjeka skup samih stanica.

Odkriće stanica i spoznaja, da su i životinje i biljke sagradjene od samih stanica, od najveće je znamenitosti za pravo poznavanje i jednoga i drugoga carstva. Od vajkada je upala misliteljima u oči oštra granica izmedju organizma i mrtve prirode. Nu ujedno su držali ljudi, da je razlika izmedju životinja i biljaka ogromna. Odkriće stanica, od kojih su sagradjene i biljke i životinje, pokazalo je, da razlika izmedju oba carstva nije tako velika, kako se mislilo. Kao što se dadu od opeka sagraditi prerazličite gradjevine u najrazličitijim slogovima i najrazličitijim veličinama, tako je i priroda mogla od stanica sagraditi najrazličitije oblike životinja i biljaka. U jednih je i drugih plan različit, ali je gradivo — stanica — ista. Nu ne valja misliti, da su stanice, od kojih su organizmi sagradjeni, sve jednako velike i posve slične: kao što niesu ni sve opeke, od kojih se zgrada gradi, jednake, tako niesu ni stanice u tielu organizmovom. Graditelj će drugoga oblika i

druge čvrstoće upotrebiti opeke, kojima će zgradu pokriti, nego li kojima će sazidati temeljni zid, a drugoga će oblika upotrebiti za pravljenje svodova i t. d. A tako je i u organizmovom tielu: kosti i drvo mora biti druge čvrstoće, nego li meso i srčika, a po tom moraju i stanice, od kojih su one česti sagradjene, biti druge čvrstoće a i oblika, nego li ovih.

Nu bile stanice, od kojih je sagradjena biljka, kakvoga mu drago oblika, to su one ipak sve porietla jedne jedine stanice, koja je u svih biljka a i životinja jednakoga oblika. Sve naime stanice potječu od jajne stanice ili jajeta. U bilja se takva jajna stanica nalazi u cvietu, kako ćemo to kasnije čuti. Ova je stanica okrugli mjehurić, izpunjen nekakvom sluzavom tvari, što je zovu protoplasma, a mi ćemo je na hrvatski zvati: prasluz. Mjehurić je sam odjeven tankom čvrstom kožicom. Iz toga mjehurića postaju sve stanice, od kojih je odrasla biljka sagradjena. Onaj se mjehurić razdieli u dva nova, ovi opet u dva i t. d., i tako malo po malo postaje toliko stanica, koliko ih biljka u obće ima. Nu nemaju nove stanice, što su postale iz starih, jednaki oblik sa svojim materama-stanicama: prema svojoj zadaći, što ju imade stanica odrasla, poprimi ona oblik stanovit: jedne ostanu i nadalje više manje okrugle, druge se produlje na nekim mjestima svoje površine, i tada izgledaju kao zviezde, treće se opet produlje kao tanka nit i t. d., oblici, kojih imade bezbroj, s kojima ćemo se tiekom našega pripoviedanja, koliko bude od potrebe, upoznati.

Kao jajna stanica, tako i sve stanice, što su iz nje postale, imadu u sebi prasluzi. U bilja su većinom stanice odjevene čvrstom kožicom, koju ćemo odsele zvati: staničnom kožicom (Zellhaut, *membrana cellulosa)*. To je najčvršći dio njezin: ako stanica ugine, prestane živjeti, to će još stanična kožica preostati. Prasluz, što izpunjava šupljinu stanice, koja je odjenuta onom kožicom, težko se vidi pod sitnozorom. Prvim je motriocima stanica s toga zapelo oko samo o stanične kožice, i s toga su iz početka i mislili, da su ove najvažniji dio njihov. Istom početkom ovoga stoljeća savršenijim sitnozorima nadjoše njemački učenjaci Mohl, Schleiden i Brücke, da se u stanicama nalazi ona sluzava tvar „protoplasma“, i uztvrdiše za nju, da je najbitniji dio stanice, a stanična da je kožica samo odielo njezino, koje joj daje čvrstoću i koje ju čuva od nepogoda vremena.

Živu stanicu moramo pomisliti po tom kao vrlo malešnu grudicu sluzi, koja je odjenuta čvrstom staničnom kožicom. Pomislimo li sada mnogo ovakvih grudica, sliepljenih i skupljenih u oblik neki, dobili bismo kakvu biljčicu. Ako bismo tanki prorez načinili kroz tu masu i metnuli ga pod sitnozor, vidjeli bismo okanca kao po prilici u pčelinjem saću. Sluz radi njezine prozirnosti težko bismo zamietili, dočim kožice, jer su manje prozirne, mnogo laglje. Mi bismo dobili sliku kakovoga umjetnoga veziva. Na sl. 21. imademo tanki prierez kroz drvo od krušine (*Rhamnus*, Wegdorn, *spina crocefissi)* jako povećan. U istinu je velika sličnost s kakvim vezivom. Na slici vidimo liepo kožice stanične, koje čine rubove okanaca, dočim je iz njih prasluz izčezla. Svako je ono okance jedna stanica u prierezu. Valja nam ovdje pripomenuti, da se moraju pod sitnozorom motriti uviek prozračni predmeti, ako hoćemo šta vidjeti. S toga se i od biljnih organa načine tanki prorezi, koji su tada i prozračni. S toga i vidjamo obično pod sitnozorom stanice u prorezu, a ne čitave.

Već smo prije spomenuli, da biljke sastoje od bezbroja stanica. Hooke je već izračunao, da u jednom kockastom palcu pluta ima do 1200 milijuna stanica! Srednje graškovo zrno ima do jedan i po milijuna stanica. Kad bismo htjeli izračunati, od koliko stanica sastoji koji naš gorostas šumski, dobili bismo upravo ogromne brojeve, koji bi se mogli natjecati s onima, što ih astronomi upotrebljuju. Kako je ogroman broj stanica, od kojih je sagradjeno tielo biljčino, tako im je opet vrlo neznatna veličina. Bakterije, te sićušne biljčice, koje su tako ozloglašene radi toga, što su neke od njih uzrok mnogim ljudskim bolestima, jednostanična su bića, t. j. njihovo je tielo sagradjeno od jedne jedine stanice. Ovaka je stanica u nekih vrsta jedva jednu tisućinku milimetra široka i u jedan bi ih kockasti milimetar, koji je po prilici velik kao glavica od igle pribadače, stalo preko tisuću i devet sto milijuna! Ovake su bakterije najmanja od svih poznatih živih bića i ujedno najmanje stanice. Više bilje imade mnogo veće stanice, ali su ipak još tako sićušne, da ih bez sitnozora pojedince ne možemo vidjeti. Stanice, od kojih je sagradjeno lišće, mjere jedno $^1/_{15}$ milimetra, tako da ih petnaest poredanih jedna do druge iznaša istom jedan milimetar. Vrlo malo imade stanica, koje možemo samim okom vidjeti, i medju njih spadaju likovna vlakanca mnogoga bilja. Pravi su gorostasi medju stanicama likovna vlakanca japanskoga lana *(Boehmeria nivea)*, koja su dugačka preko 20 centimetara, ali uz to vrlo tanka.

A zašto su stanice tako sićušne, valjda je to probitačno po biljku? Sliedeće će nas razmatranje uvjeriti, da je u istinu od velike važnosti po bilje, što su njezini početni organi tako sićušni. Stanice, da mogu živjeti, moraju se hraniti, kao što se mora hraniti sve, što živi, a hranu dobivaju izvana kroz svoju površinu. Čim će biti površina veća u razmjeru od samoga njezinoga sadržaja, tim će bez dvojbe brže i više moći primiti potrebite hrane. Računom se znade, da ako neko tielo postaje objamom veće, da mu jednako površina ne raste, kako mu objam raste. Uzmimo, da imademo više krugalja sa polumjerima od 1, 2, 3, 4, 5 milimetara. Kruglja sa polumjerom od 2 mm. imala bi površinu 4 puta, a objam 8 puta veći od one kruglje, koja imade polumjer od 1 mm.; treća kruglja (sa polumjerom od 3 mm.) imala bi površinu 9 puta, a objam 27 puta, četvrta površinu 16 puta, a objam 64 puta, peta površinu 25 puta, a objam 125 puta veći od one prve, kako se dade jednostavnim računom dokazati. Iz ovoga vidimo, ako kruglji raste polumjer u omjeru brojeva 1 : 2 : 3 : 4 : 5 . . ., da onda površina raste u omjeru brojeva 1 : 4 : 9 : 16 : 25 . . , dočim objam mnogo jače: 1 : 8 : 27 : 64 : 125 . . . Po tom će veća kruglja imati razmjerno manju površinu nego li manja. Isto je tako i u stanica: što su manje, to im je i površina razmjerno veća. Kroz veću će površinu brže i više moći dobiti hrane, nego li kroz malenu. Veća stanica, kako ima objam velik, trebat će i više hrane, nego li malena, ali će ova prije se njom nahraniti, nego ona. Isto tako će i u obratnom slučaju biti: ako stanica mora iz sebe puštati na polje stvari, kao što to u bilju biva. Iz toga razmatranja vidimo, da je od velike važnosti, što su stanice tako sićušne.

II.

Prasluz treslove drčine. — Stanična jezgra. — Skrob, puljice, ulje, šećer, aleuron. — Tjelešca listnoga zelenila.

U promjenama, što ih opažamo na životinjama i biljkama, očituje se onaj pojav, što ga nazivljemo životom. Rieč nam život kazuje onu ogromnu razliku, što postoji izmedju mrtve neorganske prirode i živih stvorova. Nu kakve sile prouzrokuju one promjene, što ih mi pomišljamo pod riečju „život“? Da li su to kakove osobite sile, kakvih u mrtvoj prirodi ne nalazimo, ili su to iste sile?

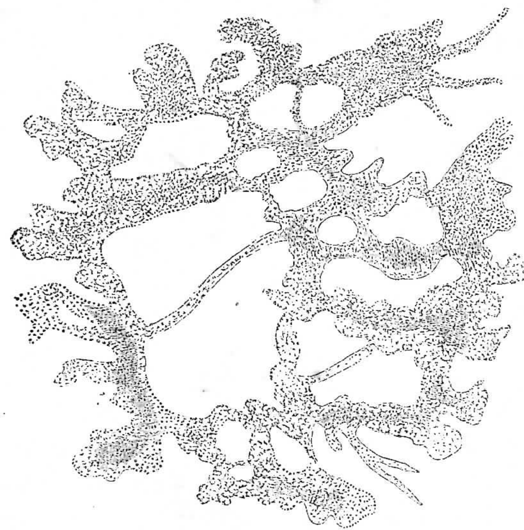
Od davnih su vremena ljudi nastojali na ta veoma važna pitanja da odgovore. I danas niesu još riešena ta pitanja. Jedni učenjaci misle još i danas, da imade u organizmima neka posebna sila, t. zv. životna sila, koja je uzrok životu, koja se može očitovati samo u tielu životinja i biljaka, a s toga da i ne može ove sile biti kao takove u mrtvoj prirodi. Drugi opet misle, da one iste sile, što se očituju i u mrtvoj prirodi, prouzrokuju u materiji organskoj ono, što životom zovemo. Na biljke djeluju sile kao n. pr. toplina i svjetlo, i ove sile prouzrokuju na njima važne promjene. Biljka uspieva samo, ako ima neku stalnu množinu svjetla i topline. Neka stalna množina svjetla i topline potrebna je, da u prasluzi nastanu promjene, koje se očituju kao gibanje, koje mi u običnom životu smatramo najvažnijim obilježjem života. Da mogu ove sile ovakove promjene učiniti, potrebna je i tvar, u kojoj će se one pojaviti. Ta je tvar upravo ono, što smo mi nazvali p r a s l u z *(protoplasma)*. U živoj se prasluzi očituju pojavi životni, kao n. pr. gibanje, rast i t. d. Budući da je živa prasluz posve osobitoga kemijskoga sastava, kojim se razlikuje od t. zv. neorganske tvari, možemo shvatiti, zašto se samo u njoj očituje život. I mrtva prasluz ne može pokazivati pojava života. Danas se već sigurno znade, da se smrću kemijski sastav prasluzi posve promieni i to tako, da one sile, što su u živoj prasluzi proizvadjale promjene, koje se očituju kao život, ne mogu u mrtvoj takvih promjena činiti. Mrtvac imade samo na oko jednak kemijski sastav sa živim stvorom. Kemijski sastav žive prasluzi slabo nam je još i danas poznat, jer se kod kemijskoga izpitivanja uviek ubija prasluz, a tim se i kemijski mienja. Za dokaz ćemo samo ovo navesti. Dok je živa prasluz, dade se njezina jezgra (što je to jezgra, čut ćemo niže) slabo ili nikako bojadisati raznim bojama. Ubijemo li prasluz, dat će se jezgra lako i liepo bojadisati. Uzrok je tomu bez sumnje u kemijskom sastavu: živa prasluz ima drugojačiji kemijski sastav nego li mrtva, i s toga se ne može bojadisati.

Ako nam i nije poznat kemijski sastav prasluzi, to nam je nešto bolje poznat oblik njezin i uklopine, što ih ona u sebi imade. S toga ćemo nastojati, da se ovdje nešto pobliže upoznamo s njezinim oblikom i njezinim uklopinama.

Da dobijemo barem približni pojam o prasluzi, uzet ćemo za primjer t r e s l o v u d r č i n u *(Fuligo septica*, Lohblüte, *concia)*, živi stvor, kojega je često naći na treslu. Čudno je to biće ta drčina! Za vlažnih, sparnih ljetnih dana opazit ćemo često na treslu, što ga upotrebljavaju za

činjenje koža, žutu nekakvu sluzavu tvar, koja naliči kokošjem žumancu. Sluzava ta tvar nepravilna je oblika a i razne veličine: imade od vrlo sićušnih krpica sve do komada od dlanove veličine. Motrimo li rub takove drčine, možemo opaziti, kako se on polagano mienja: iz ruba izrastu krpice, koje se lagano pružaju po komadićima tresla. U ove se krpe malo po malo sve više drčine uvlači. Čitava drčina nam se čini kao da puzi, kao i puž što puzi (sl. 1.).

Što je ta drčina? pitat će mnogi čitatelj. Da je to živi organizam, nema sumnje: giblje se svojevoljno, prima hranu a i raste i umnaža se. Drugo je pitanje, da li je to životinja ili biljka. Danas je običaju zoolozi ubrajati medju najniže životinje, a botaničari medju najniže biljke. Tko od njih imade pravo, ne možemo reći. Treslova drčina, a s njom i mnogi slični organizmi, što živu na truhlu drvu, lišću i t. d. pokazuju mnogo sličnosti i s nižim biljkama i nižim životinjama. Kao što su ovi organizmi, što ih zovu sluznjačama (*Myxomycetes*, Schleimpilze, *funghi viscosi*), tako imade još i drugih, za koje je težko kazati, da li su životinje ili biljke. Ovo je opeta jedan dokaz, da razlika izmedju oba organska carstva nije tako velika, kako se prije držalo. Čim idemo bliže od viših životinja i biljaka k nižim, tim ćemo više vidjeti, da postaje razlika izmedju oba carstva neznatnija, dok u najnižim posvema granica prestaje. S toga je glasoviti englezki prirodopisac Huxley predložio, da se načini za ove najniže organizme posebno carstvo, koje nazvaše „protistima“, koje bi bilo ravno carstvu životinja i biljaka. Time bi dakako postalo suvišno pitanje za onakove organizme, kao što su sluznjače, da



Sl. 1. Prasluz od sluznjače.

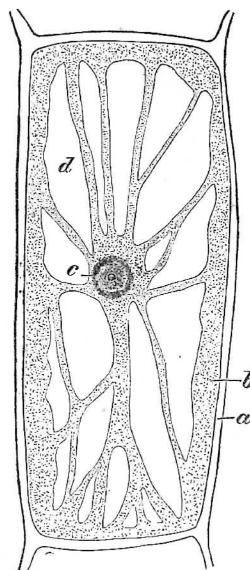
li su životinje ili biljke. Nu druga opet neprilika nastaje s ovakovom razporedbom. Kao što je težko naći granicu izmedju biljaka i životinja, tako je isto, ako ne i teže oštru medju povući izmedju protista s jedne strane i životinja i biljaka s druge strane. Nadajmo se, da će točnije poznavanje najnižih organizama i ove neprilike u razredbi njihovoj odstraniti.

Vratimo se još malo k treslovoj drčini. Što je ona sluz, da li je to jedna stanica ili je to više njih? Motrimo li je sitnozorom, vidjet ćemo u sluzavoj tvari, koja naliči na ptičji bjelanjak, sijaset sitnih žutih zrnaca. Ta su zrnca načinjena od vapna i od njih baš potječe žuta boja drčini. Ni sitnozorom ne ćemo opaziti ni stanične kožice ni pojedinih stanica. Čini nam se, kao da je to biće, koje nije od stanica sagradjeno. Nu pomna su iztraživanja pokazala, da je i ta sluz sastavljena od stanica. Ona sluz jest upravo prasluz, o kojoj imademo ovdje govoriti. Granica je izmedju pojedinih stanica izbrisana, jer one nemaju stanične kožice, kojima bi jedna od druge odieljena bila. Na osobit način možemo u sluzi opaziti jednomjerno proredane stanične jezgre (*nucleus*, Zellkorn), od kojih je svaka kao središte jedne stanice, i koliko jezgara, toliko i stanica. Vrlo jakim povećanjima možemo u prasluzi zamietiti vrlo sićušna zrnca, dočim kakav još finiji sastav njezin nisu ni najboljim sitnozorima mogli sigurno zamietiti. Ona uviek izgleda kao bezbojna prozirna sluz, onako po prilici kao bjelanjak iz jajeta ptičjeg.

Kod višega je bilja uviek prasluz zatvorena u čvrstu kućicu, koju joj čini čvrsta stanična kožica. Kako znademo, prasluz je mekana tvar, kao što joj kaže i samo ime. Razumljivo je, da ne može drveće a ni manje bilje biti sagradjeno od same takove sluzi, jer bi se moralo radi vlastite težine raztepsti. S toga se svaka grudica prasluzi obavija čvrstom kožicom, koja ju zaštićuje od vanjskih nepogoda i ujedno joj daje čvrstoću, a time i čitavoj biljci. Kasnije ćemo čuti, da u bilju neke stanice preuzeše na sebe ulogu onakvu, kakvu imadu kosti u čovječjem tielu, t. j. da one biljnom tielu daju potrebnu čvrstoću.

U svakoj ćemo prasluzi naći osobitih okruglih tjelešaca, t. z. staničnih jezgara. Većinom imade svaka stanica samo jednu jezgru. Uviek je jezgra uklopljena u prasluzi. Kako ćemo niže vidjeti, više puta ne izpunjava prasluz čitavu stanicu, već često imade u njoj kapljica vode t. z. puljica (*vacuola*). Više puta se čini, kao da je stanična jezgra u takovoj puljici uklopljena. Nu i tu se

može vidjeti, kako je jezgra obavita sa prasluzi i kako kroz puljicu idu trakovi prasluzi, koji ju spajaju s prasluzi, što se nalazi okolo puljice (vidi sl. 2; kod *a* je stanična kožica, kod *b* prasluz, kod *c* stanična jezgra, a kod *d* puljice; stanica je u prierezu naslikana). U svim je slučajevima jezgra stanična u savezu s prasluzi. To je od velike važnosti, jer je jezgra kao duša stanice: ona naime ravna svim poslovima njezinim. Uz to prenaša jezgra svojstva stanice na njezino potomstvo. Nove stanice postaju tako, da se stara razdieli u dvie nove. Kod toga se razdieli i jezgra u dvoje, tako da dobije svaka nova stanica po jednu jezgru, a tim baštine nove i sva svojstva od stare.

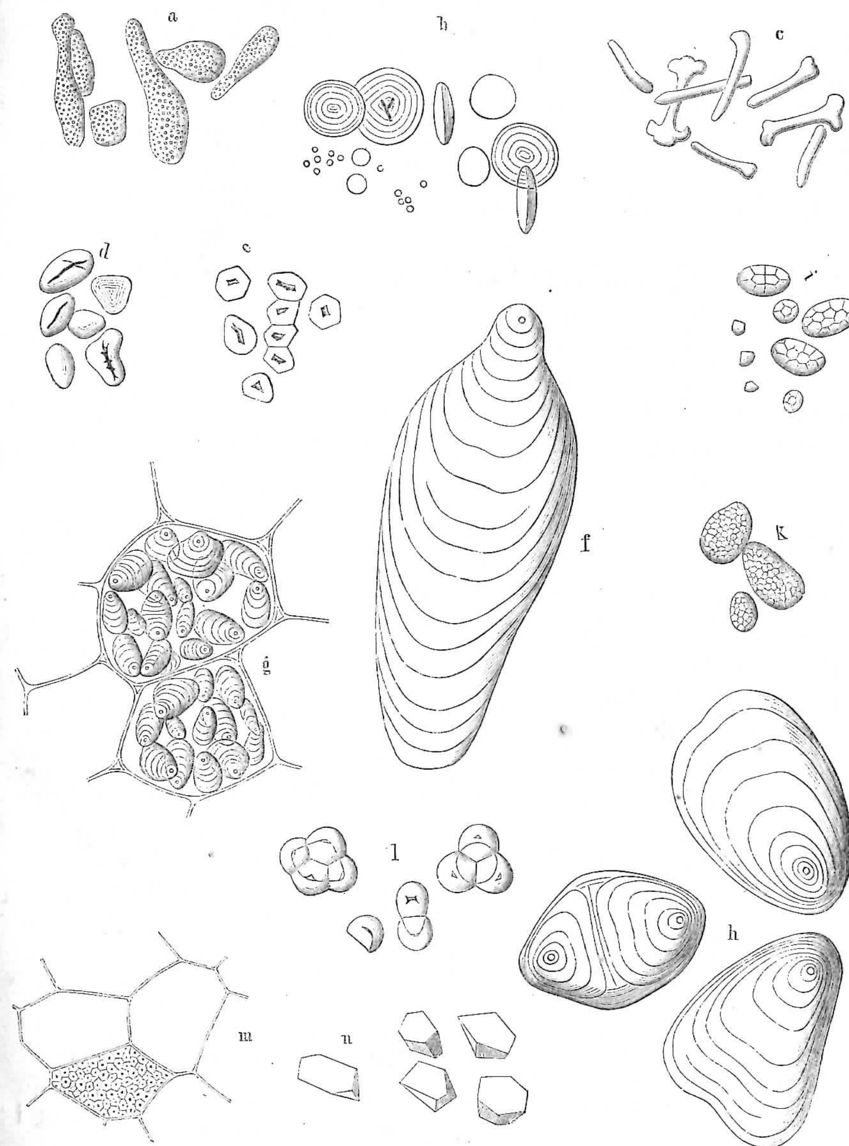


Sl. 2. Stanica iz dlake od buče.
(Jako povećano.)

U ovakvim stanicama, koje su tek postale, izpunjava prasluz svu nutrinu staničinu. Kako stanica raste, pojavljaju se u prasluzi kapljice bistre tekućine, spomenute puljice. U jednih stanica naći ćemo više takvih puljica, dočim ćemo u drugih naći u sredini samo jednu veliku, koja je obavita s razmjerno tankom prasluzi. Sok puljice sastoji od vode, u kojoj imade raztopljeno vrlo različnih tvari. Meso od raznoga voća sastoji od samih stanica, koje imadu obično jednu veliku puljicu, u kojoj se nalazi mnogo sladora, od kojega potječe sladki tek voća. U mesu od jabuke nalazi se u puljicama osim sladora još i osobite jabučne kiseline, od česa i onaj osobiti kiselasti tek jabuke.

U mnogim nezrelim sjemenkama, kao n. pr. od graha, graška, leće i t. d., nalazi se u puljicama raztopljenih bjelančastih tvari. Kada sazrieva sjemenka, gubi se sve više sok iz puljica, a one se bjelančaste tvari iztalože kao zrnca. U zrelom sjemenu naći ćemo na mjesto puljica onakva zrnca bjelančaste tvari, koje nazivlju **aleuron**. Ova je bjelančasta tvar veoma hraniva i baš ona daje valjanost grahu, grašku, leći, bobu i t. d., koje sjemenje spada medju najizdašnije biljne hrane.

Mnogo češće od aleurona naći ćemo u stanicama **skroba** (Stärke, *amido*). Skrob se uviek nalazi u prasluzi uklopljen. Više puta je stanica upravo prenatrpana skrobovim zrncima, kao n. p. u sjemenju žitarica i u gomolju korunovu. Ako sjeme od žitarice sameljemo,



Sl. 3. Razni oblici skroba. *a)* iz sjemena od kukolja; *b)* iz pšenice; *c)* iz mliečnoga soka vel. mlječike; *d)* iz graha; *e)* iz kukuruze; *f)* iz podanka od Canne; *g)* iz korunova gomolja (u stanicama); *h)* isti jače povećani; *i)* iz zobena zrna; *k)* iz sjemena od ljulja (Lolium temulentum); *l)* iz mrazovčeve lukovice (Colchicum antumnale); *m)* iz riže; *n)* iz prosa. (Sve jako povećano.)

dobit ćemo brašno, koje sastoji gotovo od samih sićušnih zrnaca skroba. Pod sitnozorom možemo vidjeti, kako su ta skrobna zrna raznoga oblika kod raznih biljaka. Na slici 3. imademo naslikana ovakva skrobna zrnca jako povećana od dvanaest različitih vrsta biljnih, i medju njima skrob od naših najvažnijih žitarica. Brašno je većim dielom sastavljeno od skroba. Kako se često brašno više puta patvori, možemo se sitnozorom o tom uvjeriti. Pšenično brašno miešaju rado sa grahovim. Na slici je kod *b*) naslikan pšenični skrob, a kod *d*) grahov. Pod sitnozorom ćemo odmah moći vidjeti razliku izmedju jednoga i drugoga skroba, i u brašnu ćemo se moći jednim pogledom uvjeriti, da li je ono patvoreno ili ne. Ako skrobu dodademo samo malo raztopljena j o d a, to će on odmah pomodriti, što nam je takodjer jedan način, kojim možemo skrob razlikovati lasno od drugih sličnih tvari.

Kazali smo, da je prasluz nosilica života, da je ona onaj dio stanice i po tom biljke, u kojem se očituju promjene, koje držimo obilježjem života. Jedan se dio prasluzi uobličio kao stanična jezgra: ona ravna svim promjenama, svim radom, što prasluz obavlja. Stanična je jezgra, ud poseban od prasluzi, ono po prilici, što je glava u našem tielu. Nu što su one druge uklopine, što ih nalazimo u prasluzi, kao skrob, slador, aleuron, ulje i t. d.? Živa se prasluz giblje, kako smo to vidjeli kod treslove drčine i kako ćemo još niže na drugim primjerima vidjeti. Prasluz obavlja sve poslove, što su potrebni za život biljčin, s kojim ćemo se poslovima kasnije pobliže upoznati. Znademo, da čovjek, koji radi, mora i jesti. Radom se troše tjelesne čestice, a što se iztrošilo, mora se hranom nadoknaditi. Da parni stroj može obavljati radnju, valja ga grijati, a grijemo ga ugljenom. I prasluz se svojim radom troši, gubi na tvari, a gubitak valja nadoknaditi, treba dati njoj materijala, od kojega će dobiti sile, kojima će posao svoj moći obavljati. Prasluz, koja raste, treba povrh toga još tvari, od kojih će graditi nove česti svoga tiela. Za ote svrhe služe one spomenute uklopine, kao što je skrob, šećer, ulje i aleuron. U sjemenju i gomolju nalazimo osobito mnogo ovakovih uklopina u prasluzi i neke su stanice njima upravo natrpane. Ovdje su one tvari kao u hambaru naskladane. Sjemenka i gomolj proraste u zgodnim prilikama u novu biljku, kojoj u početku dobro dodje ona hrana, što je u sjemenu ili gomolju nalazi. Mladoj biljčici potrebna je već

ovako pripravljena hrana, kao i nejakom djetetu što je potrebno majčino mlieko, jer je još nije kadra sama pribavljati.

Već smo do sada vidjeli, da stanica nije baš jednostavno gradjena i kao što sama biljka sastoji od raznih dielova, od raznih udova, tako i njezin početni ud — stanica — sastoji od različitih udova. Glavni znademo da je njezin sastav prasluz, a njezin posebni organ stanična jezgra. Uklopine u njoj služe joj samo za hranu. Nu ove uklopine ne dolaze u biljku izvana takove. Počela, od kojih su ove sastavljene, dolaze u biljku u sasma drugom obliku, kako ćemo u sliedećim poglavljima čuti. Ova se počela u biljci istom na osobit način pretvaraju, ona moraju istom proći razne kemijske promjene, dok od njih postane skrob, šećer, ulje i t. d. A da li taj posao sama prasluz obavlja ili možda koji posebni organ? Kako smo do sada vidjeli, i stanica je udešena tako, da njezini pojedini dielovi pojedine poslove obavljaju i s toga se i možemo nadati, da će posebni njezin dio graditi one spomenute uklopine. I u istinu je tako.

Zelenilo livada i šuma i svega rašća na zemlji potječe od posebnih zrnaca zelene boje, što se nalaze u prasluzi uklopljene. U stanicama lišća, koje je u bilja najvećma zeleno obojeno, naći ćemo pod sitnozorom u njihovoj prasluzi, koja je bezbojna, okruglih zrnaca, koja su omašćena prekrasno zeleno kao smaragd. Boju ovu zelenu nazivlju l i s t n i m z e l e n i l o m ili k l o r o f i l o m. Ako list metnemo u žestu, to će se u njoj listno zelenilo raztopiti, dočim će zrnca ostati bezbojna i sada ćemo vidjeti, da su ta zrnca sastavljena od slične tvari, od kakove je i sama prasluz. Ova su dakle zrnca posebni dielovi prasluzi, koji se od nje razlikuju tim, što su obojena listnim zelenilom.

Kod višega su bilja tjelešca listnoga zelenila (tako ćemo zvati ona zrnca) više manje okrugla, poput sitnih kruglјica. U jednoj ih stanici nalazimo obično poveći broj. Kod onih biljaka, što ih zovu r e s i n a m a ili *algama,* koje u našim potocima i barama znadu zazeleniti čitavu vodu, nadju se kadkada osobitoga oblika tjelešca listnoga zelenila. Kod jedne takove resine — *Spyrogire* (vidi sl. 58.) — zelene su to vrpce, koje su u stanici smotane poput spirale. Kod *Zygneme* izgledaju kao prekrasne zelene zviezde, a kod drugih su opet pločice ili vrpce ponajviše ravne.

Ova su tjelešca od neizmjerne važnosti po bilje i po životinje, jer se u njima stvara hrana za jedne i za druge. Ali o tom niže.

III.

Gibanje prasluzi: kod treslove drčine i stanica bludilica. — Crveni snieg. — Strujanje prasluzi.

Od vajkada je čovjek smatrao najvećom i najznatnijom razlikom izmedju bilja i životinja, što se ove mogu svojevoljno kretati, dočim one ne mogu. Svakdanji nas život o tom i bezbroj primjera osvjedočuje. Motrimo li životinje, s kojima se obično sastajemo, vidjet ćemo na svakoj, kako može po svojoj volji mienjati svoj položaj, i kako može svojim udovima kretati. Ovi razni načini kretanja i gibanja privlače nas osobito i toga radi baš volimo toliko motriti život životinja. Kod biljaka ne opažamo svega toga. Ako biljka nikne gdjegod, gdje je nismo prije opažali, znademo, da je tamo donesena i proti svojoj volji ili životinjama ili vjetrom ili i kojim drugim načinom, ali ne svojevoljnim kretanjem. Gdje se ona jednom ukorienila, ostaje za sav svoj život, ona je prikovana za sav svoj viek na malenom mjestu.

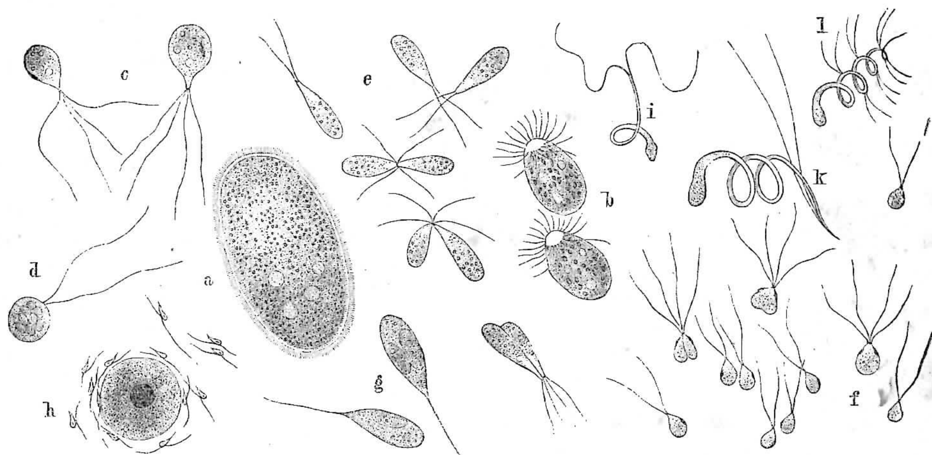
Svojevoljno kretanje smatrao je čovjek glavnim obilježjem života: što se ne može svojevoljno kretati, nije živo — ono je mrtvo. Na bilju ne opažamo po tom glavnoga obilježja života — ne vidimo gibanja, dakle ne možemo držati, da i ono živi u onom smislu, kao životinje. Nu u istinu nije tomu tako. I biljke pokazuju kretanje, ma da i u mnogo manjoj mjeri nego li životinje. Neoboružanim se očima ono ne očituje uviek, valja za to pazljivog iztraživanja pomoću sitnozora.

Idemo li kod životinja od viših k nižim, vidjet ćemo, da je u tom carstvu veličina gibanja različita: dočim je kod viših najveća, to je kod nižih najmanja. Imade životinja, n. pr. neki crvi, koralji, spužve, koje ne mogu svoga mjesta mienjati, koje su takodjer o kamen prirasle, kao što su i biljke. I u prijašnje su doba držali radi toga ovakove životinje biljkama. Kada se našlo, da su to prave životinje, palo je dakako i mnienje, da je glavna razlika izmedju oba carstva svojevoljno kretanje. S druge strane ima opet vrlo nizkih biljaka, koje se mogu kretati kao i većina životinja. Nu i kod višega bilja nalazimo to obilježje života u g i b a n j u p r a s l u z i.

Već smo se u prijašnjem odsjeku upoznali s t r e s l o v o m d r č i n o m. Da se bolje upoznamo s gibanjem prasluzi, pozabavit ćemo se još malo njom, jer nam daje liep primjer o svojevoljnom gibanju prasluzi. Znademo, da takva drčina plazi polagano po treslovini. Na površinu tresla dolazi, ako je zrak dovoljno vlažan. Osuši li se zrak, zavuče se drčina u dublje slojeve treslove, gdje imade više vlage. Kada je drčina dovoljno narasla, umiri se. Njezin se vanjski sloj skrutne, postane od njega tvrda kora, koja je najprije žuta a tada malo po malo posmedji. Što se nalazi pod tom korom, razpane se u sitan prah tamno ljubičaste boje. Kada je sve sazorilo, izpuca ona površna kora, a onaj prah dospije napolje. Zvat ćemo taj prah t r u s o m (spore). Kako je vrlo lak, vjetar ga raznosi na daleko i široko. Motrimo li taj prašak pod sitnozorom, vidjet ćemo, da su to same okrugle stanice, odjenute debelom staničnom kožicom. U nutrini vidimo prasluz s jednom staničnom jezgrom u sredini. Ako ove truske metnemo u vodu, vidjet ćemo do mala na njima osobite promjene: sva truska nabubra. U njezinoj se staničnoj kožici načini tada pukotinica, kroz koju izmili napolje sva prasluz. Ova se produlji, na jednom joj kraju izraste tanka trepavica, kojom počne biti po vodi. Kako bije po vodi tom trepavicom, počne se gibati sva prasluz po njoj. Čini nam se, kao da bludi po vodi bez ikakvoga cilja, zašto joj je i ime s t a n i c a b l u d i l i c a. To je dakle gola stanica, koja ima poseban ud — onu trepavicu — kojom se giblje u vodi; kao n. pr. ribe svojim perajama. Kada su se bludilice dosta nabludile, umire se malo po malo. Njihovo plivanje postane sve polaganije, dok napokon posve prestane. Ona se spusti tada na dno i uvuče u se trepavicu, koja joj dosle služila za veslo. Sada izgleda kao sitna kapljica, koja svoj oblik neprekidno mienja i tada je posve nalik samostalnim životinjicama, što ih zovu korienonožcima *(Rhizopoda)*. Ona pušta krpaste nastavke, u koje se malo po malo uvlači čitava stanica. Tu imamo isto onakvo gibanje i puzanje kao u odrasle drčine. Sada se po više onakvih slobodnih stanica stopi zajedno, medje izmedju njih ne stane i od bezbroja njih nastane tako odrasla treslova drčina.

Čudno i divno je sve u prirodi uredjeno: gdje će nevježa misliti, da je samo smrt i trulež, odkriva se pred očima učenjakovim najbujniji život, sviet novi, čovjek bi mislio, da je s kojega drugoga planeta a ne s ove naše zemlje. Tako će se neoboružanim očima našim pričinjati ona voda, što se ljeti u rupicama i barama sakuplja i što svojom žutozelenom bojom u nama ogavnost pobudjuje. Jedva ćemo zapaziti kakovu gadnu žabetinu, kako je svoju glavu pružila iz gadne vodurine i kako glupo svojim očima bulji u nas, a da ima tu još bujnoga, svježega života, ne će nam biti ni

na kraj pameti. Nu svladajmo za čas svoje čuvstvo ogavnosti i metnimo od te zelene, na oko tako gadne vode, samo kap pod sitnozor. Prije stotinu godina ne bi možda vjerovali, da je ono, što nam se našim očima prikaže pod sitnozorom, zazbiljno, ako i ne bismo mislili, da su ova živa bića vragovi, kako se desilo tirolskim seljacima, koji su takovom smatrali buhu, koju su slučajno pod povećalom opazili. Danas hvala Bogu, kad znademo, što je sitnozor i kako je gradjen, ne ćemo biti tako nevjerni. Nu uza sve to će na nas velik utisak učiniti ovaj nevidljivi sviet, što se pomoću sitnozora našem oku odkrio. Vidjet ćemo mnogobrojne različite oblike,



Sl. 4. Stanice bludilice i spermatozoidi od *a*) Vaucheria; *b*) Oedogonium; *c*) Draparnaldia; *d*) Coleochaete; *e*) i *g*) Botrydium; *h*) Fucus; *i*) Funaria; *k*) Sphagnum; *l*) Adianthum.

bezbojne, krasno crvene ili zelene kao smaragd, što se bujno komešaju pred našim očima, trčeći jedna životinjica ovamo druga onamo, jedna lagano kao puzeći, a druga kao najbrža ptica. Dugo ćemo moći taj bujni sićušni sviet motriti, a da nam ne će dodijati i zapamtit ćemo za uviek, kako onaka na oko gadna vodurina krije u sebi krasnih oblika i kako je u njoj, na oko pustoj, bujan život.

Sve ovakve organizme, što ih pod sitnozorom vidimo, a što se svojevoljno giblju, smatrahu prije životinjama i nazivahu ih obćenim imenom *infusoria*. Držalo se, da su sve to samostalne životinjice, bile one bezbojne ili bojadisane. Nu u ovom stoljeću dokazalo se

malo po malo, da nije sa svima tako. Medju tim infuzorijama ima ih vrlo mnogo, što su zeleni poput trave. Za ove se dokazalo, da to niesu samostalna bića, da to niesu ni životinje, već da su to stanice, s kojima se umnažaju mnoge resine. Dokazalo se, da su i to stanice bludilice, kojima se razplodjuju resine, kao što se i već spomenuta treslova drčina umnaža. Iz mnogih resina izadju napolje ovakve stanice bludilice i giblju se pomoću trepavica po njoj. Na slici 4. od *a* do *h* imamo nekoliko takvih stanica bludilica od nekih običnijih resina iz sladke vode jako povećano narisanih. Većinom su to stanice oblika kao jaje, koje imadu ili na jednom kraju po jednu, dvie trepavice ili su njima pokrivene po čitavoj svojoj površini. Veslajuć ovim finim trepavicama po vodi giblju se u njoj. Brzina, kojom se giblju, pričinja nam se većom nego što je u istinu. Valja nam imati na umu, da mi te stanice povećane motrimo, a po tomu, da vidimo i njihovo gibanje povećanim. Ako sitnozor n. pr. dvjesta puta povećava, to mi tada vidimo i brzinu bludilica dvjesta puta veću nego li je u istinu. Većina ih provali u jednoj minuti 5 milimetara, neke tek 1 milimetar. Još se najbrže giblje stanica bludilica od vrlo obične resine tako zvane *Vaucherije* (sl. 4. *a*), koje su ujedno i tako velike, da ih dobro oko može i bez sitnozora vidjeti. Nu i ove provale u minuti tek 17 milimetara. Nisu te brzine tako neznatne, ako uzmemo u obzir veličinu stanica bludilica. Dobar pješak, koji uzmimo da imade visinu od 1·7 m., može provaliti u minuti put, koji je 56 puta dulji od njegove visine. Spomenute Vaucherijine stanice bludilice, koje mjere 0·3 milimetra u duljinu, provale za čudo takodjer put, koji je jedno 56 puta dulji od njih. Na ovaj način dakako da nije brzina stanica bludilica tako neznatna, kako bi se inače činilo.

Ove stanice bludilice traže u vodi zgodno mjesto, na kom bi mogle svoj stan udariti. Nadju li ga, spuste se na dno, na kakav kamečak, uvuku u se trepavice i malo po malo izrastu u novu resinu. Nu kod nekih se od njih prije toga mora nešto osobito dogoditi. Motrimo li pod sitnozorom stanice bludilice, opazit ćemo na nekim, kako se približe po dvie jedna drugoj, kako se jednim uzkim krajem sljube i malo po malo posve srastu. Kod toga od dviju stanica postane jedna. Sada se tek može iz toga spoja nova stanica razviti. Vidjet ćemo na drugom mjestu, da je to jedna vrsta oplodnje.

Pojam o sniegu vrlo je uzko spojen s pojavom o bjelini, i onoga prvoga gotovo i ne možemo pomisliti, a da nam ne dodje i ona

*

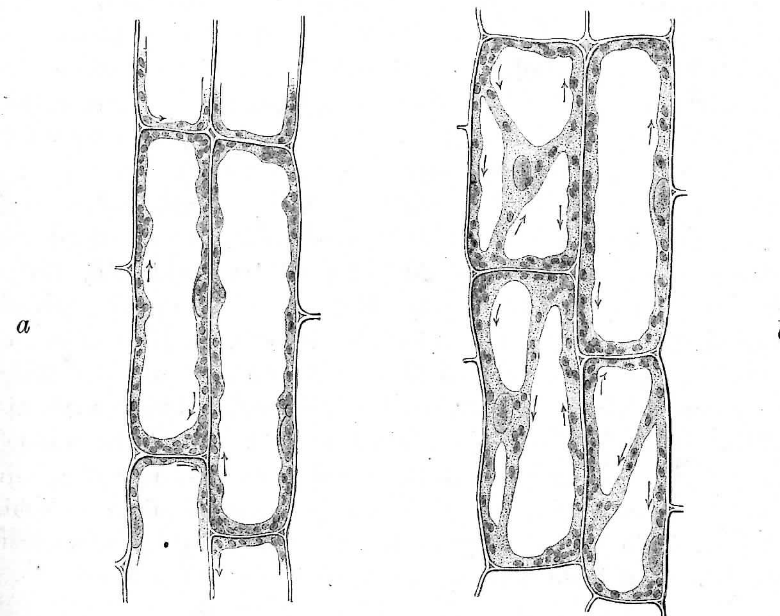
druga u pamet. Ne malo se začudiše putnici na visokim Alpama i na dalekom sjeveru, kada nadjoše, da ima i crvenoga sniega. Prvi je takav snieg našao Saussure god. 1760. na savojskim Alpama. Poslije njega nadjoše ga i na drugim mjestima u Alpama, kao i na visokim planinama kao n. pr. u Karpatima, Pirenejima, Uralu, u Sjevernoj Skandinaviji, u Kalifornijskoj Sierri Nevadi i na Andama u Južnoj Americi. Nu najkrasnije je takav pojav motrio polarni putnik John Ross na zapadnoj Grenlandiji Na milje daleko prokrivaše klisure poput grimiza crveni snieg. Te je klisure toga radi i nazvao Crimson Cliffs, što će reći na hrvatski grimizne klisure.

Promotrimo malo iz bližega taj tobožni crveni snieg. Obično nije sva površina jednako crvena, već se nalaze veće ili manje mrlje intenzivno crvene, a drugo je bljedje ili posve biele. Ni u dubinu ne doseže daleko crvenilo: jedva do 5 cm. dubine, a dublje je snieg biel kao obično. Metnemo li nešto toga crvenoga sniega pod sitnozor, to ćemo u jedan mah naći zagonetku riešenom. Vidjet ćemo, da snieg u istinu nije crven, već da su nekakva okrugla tjelešca, za koja se danas znade, da su osobite resine zvane *Sphaerella nivalis*. Srodnika ćemo joj mnogo češće naći u vodi kišnici, koja znade od sličnih resina t. zv. *Sphaerella pluvialis* postati crvena kao krv.

Ona su okrugla tjelešca od sniežne resine same stanice. Imade nižega bilja, kojemu je tielo sastavljeno od jedne jedine stanice. Tako je i sa sniežnom resinom: i njezino tielo sastoji od jedne jedite stanice. Stanice su ove posve okrugle odjenute staničnom kožicom, koja je prozirna kao staklo, radi česa možemo lako motriti sadržaj unutri stanice. U prasluzi njezinoj imade listnoga zelenila, koje se vidi samo na jednom mjestu, dočim je drugdje sakriveno crvenom bojom, radi koje je upravo biljka i dobila takvu važnost.

Dok je na sniegu ljuta zima, ne pokazuju sniežne resine nikakova života. Kako sunčane zrake nešto sniega na površini raztale, te se vode nakupi na njegovim nižim mjestima, ožive i stanice od Sphaerelle. Najprije se počnu stanice umnažati: prasluz sa svim uklopinama razdieli se u dvie pole, a za tim opet svaka pola u dvoje, tako da nastanu četiri nove stanice. Stanična se kožica, koja ih sve odieva, razpukne i sada izadju napolje one mlade četiri stanice. Svakoj izrastu najednom dvie duge trepavice i sada su do boje posve nalik na stanice bludilice drugih resina. Samo se u jednom od većine njih razlikuju: dobiju naime staničnu kožicu, što druge nemaju. Za čudo im je ta kožica nešto preširoka, tako, da ne prianja uz prasluz. Sada stanu i one plivati po sniežnoj vodi i mogu doći do mjesta, gdje ih prije nije bilo, zašto se crvena boja na sniegu sve dalje širi. Uhvati li ih u takvom lutanju noć, kada se obično sniežna voda opet smrzne, umire se: svoje trepavice uvuku, a stanična im kožica sasma dobro prilieže uz tielo. Sada su posve nalik na majku, od koje postadoše. Raztali li drugi dan sunce led, u kom su uklopljene bile kroz noć, počet će opet ona ista igra, što smo je opisali.

Svi ovi primjeri, što smo ih dosele naveli, pokazuju nam gibanje prasluzi, dok je ona slobodna, ne zatvorena u staničnu kožicu.



Sl. 5. Strujenje prasluzi u stanicama valisnerke i vodene kuge (Elodea).

Jedinu donekle iznimku čine stanice bludilice od sniežne resine, jer su one odjevene staničnom kožicom. Nu i ovdje kroz nju prodiru na polje nastavci prasluzi kao tanke trepavice, pomoću kojih se giblju. Kod ovih svih prasluz može mienjati mjesto. Drugačije će biti s prasluzima, što su zatvorene u čvrstu staničnu kožicu, kako biva kod svih viših biljaka. Radi toga što su stanične kožice čvrste, slabo gibke, ne će se moći prasluz i s njom sva stanica i čitava biljka, koja je od njih sagradjena, s mjesta micati. Radi staničnih kožica upravo i izgledaju više biljke onako ukočene. Ali uza sve

to ipak prasluz, koja je zatvorena u čvrstoj staničnoj kožici, pokazuje gibanje. Pomislimo treslovu drčinu u kutiji zatvorenu. Ova bi se i u njoj gibala: plazila bi po njezinim stienama. Tako biva i u stanicama viših biljaka: prasluz zatvorena u njima giba se kao i treslova drčina, što smo je u kutiju zatvorili.

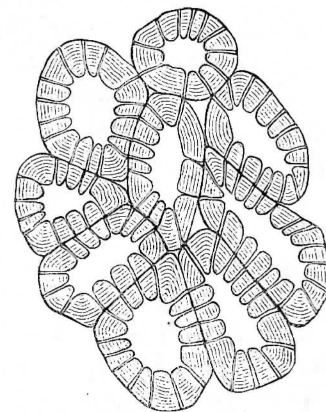
Stanične su kožice više puta prozirne kao staklo, radi česa možemo u nutrinu stanice sasma dobro motriti, te nam ih ne treba rezati. U razrezanoj stanici ugine prasluz, i dakako na takovoj, ne bismo mogli vidjeti kakvoga gibanja. U zgodnim ćemo stanicama opaziti gibanje prasluzi kao strujanje. Osobito se liepo vidi strujanje, ako u prasluzi ima kakvih osobitih tjelešaca kao na pr. tjelešaca listnoga zelenila. U Valisnerke, — od koje imademo na sl. 5 *a* stanicu povećanu narisanu — struji prasluz u jednom smjeru (u smjeru strjelice na slici) okolo na okolo stanice. Sredinu staničinu zauzimlje jedna jedina velika puljica. Prasluz vuče sobom i tjelešca lisnoga zelenila i jezgru i sve što se u njoj nalazi. Čini nam se, da imamo pred očima obtjecanje krvi u životinjskim žilama. Slično je i u vodene kuge (sl. 5 *b.*; *Elodea canadensis),* što je nalazimo često po našim barama. Kod mnogih biljaka ne povlači oklopina, što ih ima u sebi, već struji mimo njih, a da ih ne makne prasluz sobom s mjesta. Čudno je vidjeti kako više puta dvie struje teku jedna tik druge, a svaka protivnim smjerom. Brzina je gibanja različita: imade prasluzi, koje u jednoj minuti provale do 10 milimetara, dočim opet druge jedva stotinku milimetra. Imade ih pače, koje se tako lagano giblju, da jedva možemo zapaziti micanje. Zimi, dok bilje štono se veli sniva tvrdi san, prestane i gibanje prasluzi, da se ponovi u toplo doba godine s oživljenjem prirode.

IV.

Stanična kožica: njezino debljanje i sastav. — Drvenaste cievi. — Pluto. — Resine kremenjače.

Pomislimo drvo, kao što je na pr. hrast, sagradjeno od same sluzave, mekane tvari, kakva je prasluz. Da li je moguće i pomisliti, da bi takvoga šta na našoj zemlji moglo obstojati? Najslabiji bi vjetrić razkinuo i razmrvio sve takovo drvo. Nu i toga ne trebamo pomišljati. Ta već radi vlastite težine moralo bi ovakvo stablo strovalit se i poput gliba razpuziti. Kod sićušnih organizama, kao kod sluznjača, koje jedva narastu kao dlan velike, moguće je, da im

tielo bude od same prasluzi nagradjeno. One i onako nikada visoko u zrak ne rastu. Drugo nasuprot bilje nastoji što više u vis porasti. Ovakovo ne može imati tielo sagradjeno od same prasluzi, koja je tako slaba i mekana. Uz to bi ovakva nježna tvar težko mogla odolievati nepogodama vremena, kao studeni i suši: kod studeni bi se morala smrznuti, što bi je ubilo, a u suši bi izgubila previše vode, koja joj je neobhodno potrebna. I kod životinja vidjamo kako na pr. mekani puževi odievaju svoje tielo u tvrde vapnene kućice. Tako radi i prasluz kod bilja: ona gradi oko sebe čvrstu staničnu kožicu, koja će joj dati i potrebnu čvrstoću i koja će je štititi od studeni, vrućine i suše, u obće od svih zlih upliva, kojima je izvržena.



Sl. 6. Stanice s jako odebljanim staničnim kožicama iz tvrde lupine lješnjakove. (U prierezu.)

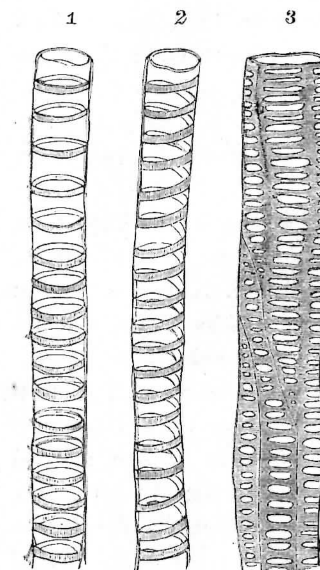
Prasluz mlada, što još nema svoje kožice, izlučuje je iz čitave svoje površine. Ona je iz početka vrlo tanka. Samo malo stanica zadovoljava se takovom kožicom kroz čitav svoj život. Obično biva, da onu prvobitnu tanku kožicu pojača time, što nove naslage na nju naslaže. Time postaje kožica stanična sve to deblja, a kako ona sastoji od čvrste tvari, postaje tim i jača. U višega bilja, koje sastoji od mnogo stanica, diele jednu prasluz od druge ovakve stanične kožice. Pod sitnozorom nam one najprije upadaju u oči, jer se njihova gušća tvar jače iztiče nego li prasluz. Stanične kožice čine kostur biljčin, jer joj one daju čvrstoću potrebnu. Mnoge se kožice kod toga veoma odebljaju, tako da preostane jedva što prostora za samu prasluz. Tvrde koštane lupine, što ih nalazimo u plodovima raznoga bilja kao na pr. u lješnjaka (vidi sl. 6.), oraha trešnje, šljive i t. d. sastoje od samih takih stanica, kojim su kožice vrlo odebljale. Kako prasluz s nutrine odebljava svoj stan — svoju staničnu kožicu — moglo bi joj se dogoditi, da ne bi mogla iz vana više dobivati hrane. Dok je još kožica tanahna, mogu kroz nju hranive tvari lako prodirati, nu čim bude ona debljom, tim će to biti teže. Tako bi se moglo prasluzi dogoditi, da bude zazidana u vlastitom svom domu. Radi gladi i pomanjkanja gradiva ne bi ona

mogla svoga posla posve svršiti, već bi morala prije uginuti. Nu za to se pobrine sama prasluz. Ona ostavi nekoja mjesta stanične kožice neizgradjena, neodebljana i to su tada prozorčići, kroz koje ona može sve potrebno za sebe iz vana primati. U debeloj staničnoj kožici izgledaju pod sitnozorom ovakvi prozorčići u prierezu kao kanalići (sl. 6.), a ako ih iz vana gledamo, čine se kao sitne piknje, zašto im dadoše ime piknje. Ako se ovakvih stanica više medju sobom dotiče, to su otvori ovih kanalića medju sobom uviek u savezu, kako liepo vidimo na slici 6., gdje imamo naslikane takve stanice iz tvrde lupine lješnjakove, dakako jako povećano. Ovakve tvrde stanice štite sjemenku od proždrljivih životinja.

Kod većine je bilja tielo sagradjeno od vrlo mnogo stanica. Samo kod nižih su vrsta nekih sve stanice u njem jednake, gdje one imadu jednake poslove obavljati. Kod višega bilja razdieliše poslove svoje stanice: jedne uzeše na se zadaću, da hranu primaju, druge, da je dalje provode, treće, da je obradjuju i t. d. Tu imamo razdiobu posala, kao i u čovječjem družtvu, gdje jedni grade odielo, drugi orudje, treći hranu i t. d. Stanice, što razne poslove obavljaju, ne mogu biti jednake: svaka treba da se svom poslu priudesi. Stanice, što biljku pokrivaju, pločaste su kao na pr. criep, što naše kuće pokriva, a koje provode hranu, produljiše se kao cievi. U svim slučajima dade stanicama konačni oblik njihova kožica. Kad je jednom ova odrasla, ne može svoga oblika ni svoje veličine više mienjati.

U nekim stanicama, kada su dorasle, izčezne prasluz, ona se žrtvuje za obće dobro biljčino. To je osobito u onih, koje su odredjene, da vodeni sok provode iz koriena do lišća. Ovakve stanice imadu oblik dugačkih tankih cievi. Kada bi u njima preostala prasluz, smetala bi protjecanju soka. Zato ona, čim je izgradila staničnu kožicu, ugine i od nje preostane samo njezin posao. Drvo je sagradjeno većim dielom od takvih staničnih kožica, kojim je prasluz uginula. Ovakove su stanice nanizane u redove, i kožica, što jednu stanicu u takvom nizu dieli od druge, znade izčeznuti tako, da nastane od niza stanica vrlo dugačka ciev, više puta tako duga, kako je i sama biljka. Nazivlju ih drvenim cievima (Holzgefässe, *vasi di legno*) jer osobito u drvu dolaze. Njihova je kožica odebljala na različit način, kako vidimo na sl. 7. naslikano; kod nekih su kožice tanke, nu da dobiju potrebnu čvrstoću, s osobitim su prstenima ili zavojima učvršćene (sl. 7. [1.] i [2.]). Drugdje su opet kožice debele, a da voda može kroz njih prodirati do susjednih stanica, koje bi je trebale, jest na nekim mjestima neodebljana kao piknje (sl. 7. [3.]).

A od kakove li tvari gradi prasluz svoju odjeću, staničnu kožicu? To je tvar, koju zovu kemičari celulozom ili staničevinom. Čistu takvu tvar poznajemo u obliku dobra papira ili u obliku pamuka i pamučne robe. Kemijski je sastav dosta zamršen a vrlo srodan s onim od skroba. Sastoji od ugljika, kisika i vodika. Samo su mlade kožice — rjedje i starije — sastavljene od same staničevine. Ona je za mnoge svrhe još preslaba i zato prodiru u nju iz prasluzi još neke druge tvari, od kojih postaje mnogo čvršća. Drvo na pr. sastoji od takovih staničnih kožica, kojim je staničevina impregnovana nekakvim tvarima, koje joj daju potrebnu čvrstoću.



Sl. 7. Drvene cievi: 1. sa prstenjastim, 2. sa zavojnim odebljanjim, 3. s piknjama.

Staničevina sama lako propušta vodu. Bilje, što u zraku raste, koji je iole suh, brzo bi se moralo osušiti i uginuti, kada bi mu stanične kožice na površini bile sastavljene od same staničevine. Da se toga očuva, biljka radi na sličan način kao i ljudi, kada hoće obuću, odjeću ili kakovo platno učiniti za vodu nepropustnim. Znademo, da će platno postati za vodu nepropustnim, ako ga namažemo voskom ili u obće kakovom mastnom tvari, koja vode ne propušta. Stanične kožice od stanica, kojima je biljka pokrivena, na sličan su način priredjene: dok su još posve mlade, sastoje i one od same staničevine, kao i većina mladih stanica. Ovakve dakako ne mogu biti od koristi po biljku, da je štite od suše. Nu zato su one same u to doba pokrivene odraslim drugim stanicama. Mladi je list, komu je površina od onakih stanica sastavljena, zamotan dobro u pupoljku i pokriven drugim starijim listovima. I posve još mlada grančica umotana je na sličan način starijim listovima. Prije nego će doći na svjetlo u dodir sa zrakom, prodru iz prasluzi u stanične kožice nekakve mastne tvari, i sada su one nepropustne za vodu kao na pr. voštano platno. Neka deblja su pokrivena debelim slojem ovakvih stanica i čine koru, što je zovemo plutom

(Kork, *suvero*). Kod hrasta plutnjaka *(Quercus suberosa,* Korkeiche, *cerrosuvero)* osobito je debelo ovakvo pluto, i dobro štiti deblo odpogubnoga gubitka vode. Kako znademo, i mi se služimo ovim svojstvom pluta, pa ga upotrebljavamo za pravljenje čepova, kojima čepimo boce, u kojim čuvamo tekućine.

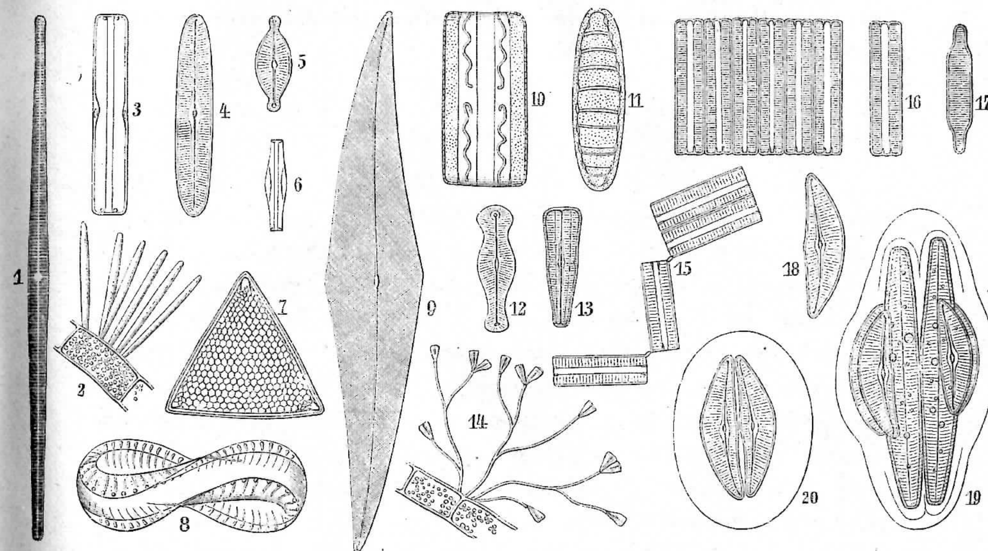
Od tvari, što znadu u staničnu kožicu prodrieti, spomenut ćemo još kremen. Čitatelju će biti poznata oštrina lišća kod trava i šaševa. Osobito im je rub vrlo oštar, i ako neoprezno potegnemo listom od kojega šaša *(Carex)* po ruci, možemo se lako i posjeći. To potječe od kremena, što se istaložio u staničnim kožicama na površini lišća. Kako ćemo na drugom mjestu čuti, služi taj kremen za obranu biljci od proždrljivih životinja.

Nu u nikojih biljaka ne nalazi se toliko kremena, kao što u sićušnih resina kremenjača *(Diatomaceae)*. Sve su to biljčice, koje istom pod sitnozorom možemo dobro vidjeti. Živu i u sladkoj vodi kao i u moru i na nekim ih mjestima imade u neizmjernoj množini. Njihov liep oblik i uz to vrlo različan svidjat će se svakomu, koji ih je imao priliku motriti pod sitnozorom. To su ili tanki štapići, ili sićušne ladjice, ili okrugle, trouglaste, jajolike pločice i t. d. (sl. 8.). Svakoj je tielo sagradjeno od jedne stanice, u kojoj nalazimo bliedu prasluz sa tjelešcima listnoga zelenila. Nu ipak nisu one zelene, jer im je listno zelenilo zastrto smedjom ili zlatožutom nekom bojom. Osobito je kod njih još i to, što se slobodno mogu gibati, i još više, što se i dan danas ne zna, pomoću česa se giblju. Ako ih motrimo u kapi vode pod sitnozorom, vidjet ćemo, kako plivaju kao maleni čamčić, s jednim krajem napried. Sudare li se s kakvim trunkom ili kojom drugom biljčicom, zaustave se za čas, i tada i ne okrenuv se počnu natrag plivati. Mogu se lagano zakretati i tada nam se čini da vidimo ladjicu, koja se polagano okreće. Ni najjačim ni najboljim sitnozorom ne možemo na njima opaziti kakovih nožica ili trepavica, kojima bi se gibale Dakako da i ovdje ne manjka na hipotezama, kojima su kušali prirodnjaci raztumačiti to zanimljivo gibanje, ali budući da nijedna nije obćeno primljena i nijedna nema baš mnogo za sebe, ne ćemo ih ovdje spominjati.

Zašto smo se ovdje pozabavili kremenjačama, uzrok je njihova stanična kožica. Ona sastoji gotovo od samoga kremena i sastoji od dviju polovica, od kojih jedna pokriva drugu kao poklopac kutiju. Dobrim i jakim sitnozorima možemo na njoj vidjeti kao nekakvu mrežicu, kojoj su oka sami šesterokuti. Ova se vrlo fina struktura

može vidjeti to bolje, što je sitnozor bolji, zašto i kremenjače upotrebljavaju za prokušavanje sitnozora. Osobito rado upotrebljavaju jednu vrstu *Pleurosigma angulatum,* što je naslikana na sl. 8. [9.].

Množe se tako, da se jedna stanica razpane u dvie nove samostalne. Množenje im je s toga veoma veliko. Jednostavnim se računom možemo uvjeriti, da jedna jedita kremenjača može već u



Sl. 8. Resine kremenjače (Diatomaceae). 1. Synedra Ulna; 2. Više biljčica iste vrste (Synedra Ulna), kako sjede na stanici neke vodene biljke; 3. i 4. Navicula Liber s dviju strana motrena; 5. i 6. Navicula tumida s dviju strana motrena; 7. Triceratium Favus; 8. Campylodiscus spiralis sa strane motrena; 9. Pleurosigma angulatum; 10. i 11. Grammatophora serpentina, kako se vidi ista biljka s dviju strana; 12. i 13. Gomphonema capitatum s dviju strana motrena; 14. Ista vrsta kako sjedi na vodenoj biljci pomoću razgranjenih nosilaca; 15. Diatoma vulgare; pojedine biljčice drže se svojim uglovima; 16. i 17. Fragillaria virescens, s dviju strana motreni individuum i na lievo šest njih, kako se sliepili u vrpčastu nakupinu; 18. Cocconema Cistula; 19. Oplodnja iste vrste i 20. pomladjivanje iste vrste. (Povećano 50—300 puta.)

dvanaestom pokoljenju do pol milijuna potomaka imati. S toga je razumljivo, što nalazimo kremenjača u vodi više puta u ogromnoj množini, i što njihove kućice čine debele naslage u gorah. Kada kremenjača ugine, preostane njezin kremeni oklop, koji se može bog zna kako dugo nepromienjen uzčuvati. Tiekom vremena postanu

od njih čitave naslage, koje izgledaju kao bielo ili sivkasto brašno. Gdje imade takvih naslaga, poznate su kao „gorsko brašno“ (Bergmehl). Na glasu je takvo brašno iz Laplanda, iz Švedske kod Degernä i Lollhagysyön, iz Njemačke kod Ebsdorfa, iz Italije kod Santafiora i t. d. Više puta je sličnost s brašnom tako velika, da ga miešaju s pravim i upotrebljuju kao hranu. Dakako da one kremene ljušturice ne hrane ni najmanje, pak se ipak iz Lollhagysyöna pojede svake godine nekoliko stotina tovara gorskoga brašna!

———×———

Kako biljka prima hranu iz zemlje.

I.

Od kuda prima bilje hranu? — Što je o hranitbi bilja Aristotel učio. — Van Helmontov pokus. — Malpighi i Hales. — Ingen-Houss, Senebier, Saussure.

Iz sićušne sjemenčice izraste tiekom vremena vidjena biljka. U sjemenci se nalazi maljušni zametak, više puta tako sitan, da ga prostim okom i ne možemo vidjeti, iz kojega se razvije za nekoliko mjeseci od metra, a za nekoliko godina i od više metara visoka biljka. Pa od česa postaje ona većom, čime povećava svoj objam, od česa ona raste? To je pitanje od davnine zanimalo ljudske umove, koji su htjeli da svakom pojavu u prirodi nadju pravi uzrok. Rastom se biljka povećaje, njezin objam postaje veći. Tvari, od kojih su novi organi sagradjeni, moraju iz vana dolaziti, jer je posve jasno, da od ono nešto, što se nalazilo u sjemenci, ne mogu nastati onako velika debla, onoliko lišće i onakvi plodovi, kakove nalazimo na našem drveću. Ali od kuda dolaze i koje su to tvari? Znademo, da biljka imade svoj korien u zemlji usadjen, dok joj je stablo zrakom obkoljeno. Radi toga je troje moguće: ili da ona potrebne tvari, svoju hranu, iz zemlje same crpe, ili iz samoga zraka ili iz obojega.

Mnogo je laglje pitanje o hrani životinjskoj, jer nije našim očima sakrivena. Drugačije je s biljem. Ono lagano prima hranu izvana, nema posebnoga otvora, kuda bi ulazila, ono nema usta. Životinja prima krutu i tekuću hranu, od koje su nam svojstva više ili manje poznata. Biljka ne može krute hrane kao takove uzimati, jer nema usta — otvora, kuda bi mogla ona ući u njezino tielo. S toga ona može primati samo hranu ili kao tekućinu ili kao plin, koji će kroz stanične kožice moći prodirati. Da to prodiranje možemo zamietiti, treba nam velike pomnje i uztrpljivoga iztraživanja. To je bilo moguće samo tada, kada se ljudsko znanje diglo

do onoga stepena, na kojem stoji u novije doba. Istom kada se kemija i fizika u našem stoljeću usavršila, mogla je i nauka o hranitbi bilja koraknuti bliže k istini. Kako ćemo niže vidjeti, hranitba je bilja od silne važnosti za sve organizme, a i za nas, i za to ćemo u sliedećem gledati, da upoznamo čitatelja s najvažnijim pojavima, koliko nam je danas poznato. Nu prije da vidimo, što su mislili o tom u prijašnja vremena ljudi, jer će nam i to pokazati, da treba mnogo vremena i mnogo truda, dok se čovjek prikuči istini.

U starom je vieku Aristotel, koji je svojim umom sve suvremenike i sve umove staroga vieka nadkrilio, prvi postavio nauku o hranitbi bilja. Najjednostavnije nam se čini, da će biljka hranu iz same zemlje crpsti. Da nam usjevi dobro rode, valja nam polje gnojiti. Gnojem smo dali hranu zemlji, od kuda je biljka crpe. Svojim očima ne vidimo, da bi biljka možda iz zraka kakvu hranu dobivala. Razumljivo je s toga, što je i Aristotel držao, da bilje svu hranu iz zemlje crpe. On je učio, kao što biljka sastoji od raznih česti, tako da mora i hrana njezina biti sastavljena od raznih tvari. Ta se hrana nalazi već gotova u zemlji, koju imade biljka jednostavno svojim korienom upiti. Zemlja je za biljku, što je želudac za životinju. U njoj su već gotove tvari, od kojih biljka sastoji, u njoj se nalaze i sladki i gorki i kiseli sokovi, kakve n. p. i u voću nalazimo. Tvari, što ih je korien upio, ne mienjaju se više u samoj biljci.

Kroz čitav stari i srednji viek vriedila je ova Aristotelova nauka. Što se nalazilo u Aristotelovim spisima, tomu se vjerovalo i jedva bi kome palo na um, da u to posumnja. Nikome nije bilo ni na kraj pameti, da se sam uvjeri o onom, što je Aristotel učio. Tako je bilo u svim naukama.

U prirodnim se naukama saznaje prava istina samo iztraživanjima i pokusima. Istom u novom vieku udarilo se u prirodnim znanostima ovim smjerom. Pokus je sada stao na mjesto spekulacije starih filozofa. U novom je vieku bio prvi Van Helmont, koji je učinio pokus o hranitbi biljnoj (početkom 17. stoljeća). On je u lonac metnuo 200 funti zemlje, u koju je usadio vrbovu granu 5 funti težku, i lonac pokrio poklopcem, da ne bi u nj mogla prašina. Zemlju je marljivo zalievao. Poslije pet godina nadje, da je vrba postala za 164 funta teža, dočim je osušena zemlja izgubila na težini samo dvie unče. Ovim je jednostavnim pokusom Van Helmont oborio staru Aristotelovu nauku, da biljka crpe iz zemlje već gotove tvari, koje se u njoj dalje ne mienjaju. On je po svom pokusu zaključio, da biljka iz zemlje uzimlje samo vodu, a da od ove postaju sve različite tvari, od kojih je tielo biljno sagradjeno. Kako ćemo vidjeti, nije ni Van Helmont prave istine pogodio, jer drži, da je samo voda hrana biljčina. Važno je kod njega, što je on pokazao, da se hrana, što je biljka iz vana prima, u njoj mora promieniti.

I po Aristotelu i po Van Helmontu primala bi biljka hranu samo iz zemlje. Istom su koncem 17. i početkom 18. stoljeća Malpighi i Hales počeli učiti, da biljka iz zemlje prima krute tvari u vodi raztopljene, a još uz to veliku množinu iz zraka. Kako ćemo dalje vidjeti, stoji još i danas ova istina. Nu kakove tvari primaju iz zemlje, a kakove iz zraka, nisu Malpighi ni Hales mogli znati, jer je u ono doba još bila kemija u povojima. Istom kada je neumrli Lavoisier u drugoj polovici prošloga stoljeća udario temelj današnjoj kemiji, moglo se i na ovo pitanje odgovoriti. — Neumrlih si zasluga za oto stekoše Ingen-Houss, Senebier i Saussure. Njihovim se pokusima našlo, da najveći dio suhe, krute tvari biljnoga tiela potječe iz zraka u podobi plinastoga tiela ugljične kiseline. Nu da od ove postanu one krute tvari, potrebna je voda i neke soli. Ove crpe biljka raztopljene u potrebnoj vodi iz zemlje. Iz toga vidimo, da od one tri mogućnosti, naime da biljka dobiva svoju hranu ili iz same zemlje ili iz samog zraka ili iz obojega, vriedi samo posljednja: biljka crpa hranu iz oba medija, u kojim raste: iz zemlje i iz zraka. Kod vodenoga bilja, kome je čitavo tielo uronjeno, ne može biti prepirke, od kuda dobiva hranu: tu je samo jedna mogućnost, a ta je, da je vadi iz vode okolne. U sliedećem ćemo se obazirati samo na kopneno bilje, koje čini najveći broj, jer samo kod njega može biti govora o crpenju hrane iz zemlje.

II.

O korienu. — Korjenite dlačice. — Dovadjanje kišnice korienu.

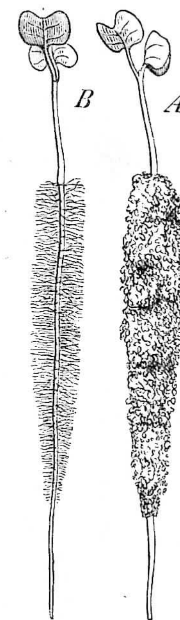
Prispodabljati različite predmete medjusobno nije moći, i ako ih kušamo prispodabljati, naći ćemo većinom samo, u čem se oni razlikuju, a ne u čem su slični. Tako bi bilo, kada bismo htjeli tielo životinjsko prispodobiti s biljnim: pomnim motrenjem mogli bismo vidjeti medju njima veliku razliku, a slabo šta, u čem bi sli-

čile. Medju razlikama našli bismo jednu i u hranitbi: da se naime one hrane hranom, što potječe od tiela biljnoga ili drugih životinja, dočim se ove zadovoljuju većinom produktima mrtve, neorganske prirode, kao što je voda, ugljična kiselina i rudne soli. Već radi toga ustrojeno je tielo na različit način u oba carstva: dočim životinje primaju većinom kompaktnu hranu organsku, primaju je biljke tekuću ili plinovitu; one moraju s toga imati otvor, usta, kuda mogu u njih ulaziti komadi krute hrane, dočim toga biljka ne treba. Stanična kožica, koja sastoji od staničevine, propušta lako tekućine i plinove. Kod životinja se smjestilo mjesto za primanje hrane na jednom mjestu na tielu njihovom, dočim kod bilja — osobito nižega — čitava površina tjelesna može hranu primati. Kod višega bilja, komu se tielo razdielilo na različite organe, podieliše i ovi donekle zadaće, ali ne u tolikoj mjeri, kao što kod viših životinja. Kod višega bilja može više ili manje gotovo čitava površina tjelesna primati hranu, samo što jedni dielovi tiela primaju jednu vrstu hrane, a drugi druge vrste. Zeleni dielovi biljni, kao stabljika, a osobito list, primaju hranu iz zraka, dočim podzemni dielovi — osobito korien — vodeni sok, u kom ima raznih soli raztopljeno. Kada ne bismo uzeli u obzir hranu, što je biljka iz zraka prima, mogli bismo tada korien prispodobiti donekle ustima životinjskim, donekle samo, jer na korienu nema otvora, što je baš obilježje ustâ. Po tom bi bio korien usta biljna, kojima biljka siše sokove iz zemlje.

Da se potanje upoznamo s tim ustima — korienom, kojim siše biljka vodeni sok iz zemlje.

Pustimo kakvo sjeme, n. pr. od graha, da proklija. Za to ćemo ga metnuti na vlažnu zemlju. Za neko ćemo vrieme opaziti, da je sjeme nabubralo od vode i da se lupina, koja ga omata, razpukla. Kroz pukotinu promili mladi korienak, koji će svojim vrhom — bilo sjeme kako mudrago postavljeno — ravno u zemlju rasti. Domala će se iz sjemena izviti dva debela lista, medju kojim možemo zamietiti mladi pupoljak. Ako bismo još dalje motrili mladu biljčicu, vidjeli bismo, da se pupoljak razvio u stabljiku s lišćem, na kojoj bi se napokon pojavili cvjetovi i plodovi. I kod drugoga bi višega bilja uviek našli korien, stabljiku i lišće, ako bismo i možda uzalud tražili cvjetove i plodove. S toga i vele botaničari, da su glavni organi, od kojih sastoji tielo u bilja višega, korien, list i stabljika. Kako ćemo drugdje čuti, i cvjetovi su sastavljeni od ovih organa, koji su se u njima na osobit način promienili.

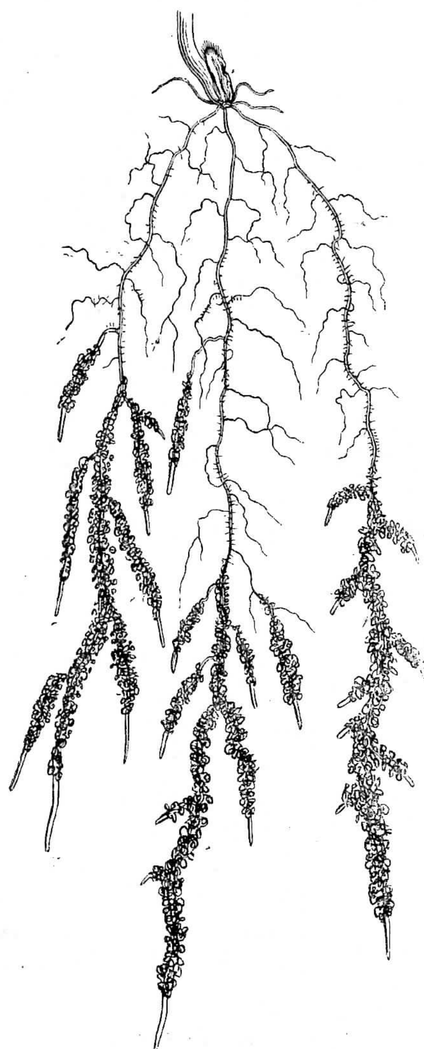
Ali pustimo za sada na stranu sve druge organe, pak se vratimo korienu. Kad se jednom svojim vrhom zabo u zemlju, rast će sve dublje u nju i kod toga će se upravo vertikalnog smjera držati. Hoćemo li sada biljčicu izčupati, vidjet ćemo, da će to biti dosta težko. Ako je rahla zemlja, uspjet ćemo, ali ćemo ujedno opaziti, da se na korienu uhvatilo zemlje. Na slici 9. *A.* imademo naslikanu takvu mladu biljčicu od biele gorušice, a na 10. korien od pšenice. Promotrimo li pobliže ove slike, vidjet ćemo, da je vrh od koriena biel, gladak, i da se na njem nije ništa zemlje uhvatilo. Osim toga vidjet ćemo, da se i na gornjem dielu korienovom nije ništa zemlje uhvatilo. Operemo li pomno korien u vodi, naći ćemo uzrok, zašto se uhvatila zemlja samo na jednom dielu korienovom, a ne na čitavom. Na sl. 9. *B.* naslikana je gorušica oprana. Na mjestu, gdje je bilo zemlje, vidimo fine dlačice, što su iz koriena izrasle. One su upravo uzrok onom pojavu. One rastu iznad vrha korienova, jedno centimetar od samoga vrška. U zemlji se sljube s česticama zemlje, i kako im je kožica ljepčiva, priliepe se ove za njih. Dalje gore pogibaju i odpadaju dlačice. Čupamo li biljku iz zemlje, izniet ćemo i zemlje na površinu, koja se uhvatila za one dlačice, koje ćemo zvati od sele k o r j e n i t i m d l a č i c a m a. Od velike su važnosti ove dlačice po biljku, jer se njima biljka pričvrsti o tlo i jer upravo njima siše vodeni sok iz zemlje. Kako ćemo niže čuti, korien može vodu upijati jedino kroz ove korjenite dlačice.



Sl. 9. Mlada biljčica od biele gorušice: *A.* Iz zemlje izvadjena sa zemljom, koja se uhvatila dlačica. *B.* Oprana, da se vide korjenite dlačice.

Kratkotrajnoga su života ove dlačice. One rastu iz površine korienove jedno centimetar daleko od njegova vrha. Kako je ona dorasla, raste vrh korienov dalje, a iza nje porastu nove dlačice. Prema dnu koriena obamiru i suše se dlačice. S toga je uviek samo malen dio koriena pokriven dlačicama. Nu kako korien raste, rastu i nadzemne česti, koje sve više hrane iz zemlje trebaju, koje da kako ne bi mogle dobivati samo kroz ono nešto korjenitih dlačica, što ih je

iz jednoga koriena poraslo. Potrošak postaje sve veći na vodenom soku, kako biljka raste, s toga treba nova vrela otvoriti, kuda će moći sokovi dotjecati. To postizava biljka tako, da na korienu izrastu postrance novi korjenići. U tom slučaju ostaje prvotni korien jači od pobočnih. On se na starijim česticama i jače odeblja i tada izgleda kao vreteno sužen prema vrhu, zašto i zovu ovakvo korienje botaničari vretenastim. Takvo korienje duboko znade u zemlju porasti. Kod drugoga opet bilja poraste mnogo jednakih koriena, koji idu u zemlji na sve strane, oni nam se čine kao čupa vlasi, zašto i zovu ovakvo korienje čupavim (vidi sl. 10.). Ovakvo korienje obično ne ulazi duboko u zemlju, već se više razširuje izpod površine zemlje.



Sl. 10. Mladi korien od pšenice iz-čupan iz zemlje.

Razumljivo će nam biti, da što će više koriena imati biljka, to će više sokova moći iz zemlje crpsti, jer će imati više korjenitih dlačica. To je dobro poznato vrtljarima. Kada će kakvu biljku presaditi, obrežu joj korienje. Znademo, ako grane biljci obrežemo, da će tada mnogo više mladica iztjerati, nego što je grana bilo. Tako je i s korienom: iz odrezanoga koriena izraste mnogo malih korjenića. Nu i u drugom je pogledu dobro kod presadjivanja bilja osobito staro korienje obrezivati. Starije česti koriena, kako znademo, ne nose korjenitih dlačica, dakle ne mogu ni sokova upijati. Kad

obrežemo stari korien, izrast će iz njega mnogo mladih, koji će svi imati korjenite dlačice, a time će se dakako i površina za upijanje povećati, nadzemne će česti moći dobivati obilnije hranivoga soka iz zemlje i moći će bujnije rasti.

Do sada smo spominjali, da korien svojim dlačicama upija vodeni sok iz zemlje. A odkuda potječe taj sok zemlji? Znademo, da je zemlja manje više vlažna. Ta vlaga potječe iz zraka, pada na zemlju kao snieg, tuča, solika, a u vrućim krajevima uviek kao kiša. Kiša, što padne na površinu zemlje, ili oteče po njoj, ili se izhlapi opet u zrak, ili ju zemlja upije. Treći po prilici dio upije zemlja. U zemlji raztapa ona soli i takovu upija korienje biljno. Ljeti, kad bilje najjače raste i kad poradi topline najviše gubi na vodi izhlapnjom, treba najviše vode. Nu tada znadu topli sunčani traci brzo izpijati vlagu iz zemlje, i tada može nastati za biljku nestašica na vodi. Kad padne topla kiša, nakvasit će brzo zemlju na onim mjestima, gdje nije pokrivena. Izpod krošnja od drveća bit će i poslije kiše suha zemlja. Ako bi se na takom mjestu nalazilo korienje, ne bi ono moglo doći do žudjenog napitka. S toga i nalazimo uviek korienje položeno prema obliku krošnje i lišća.

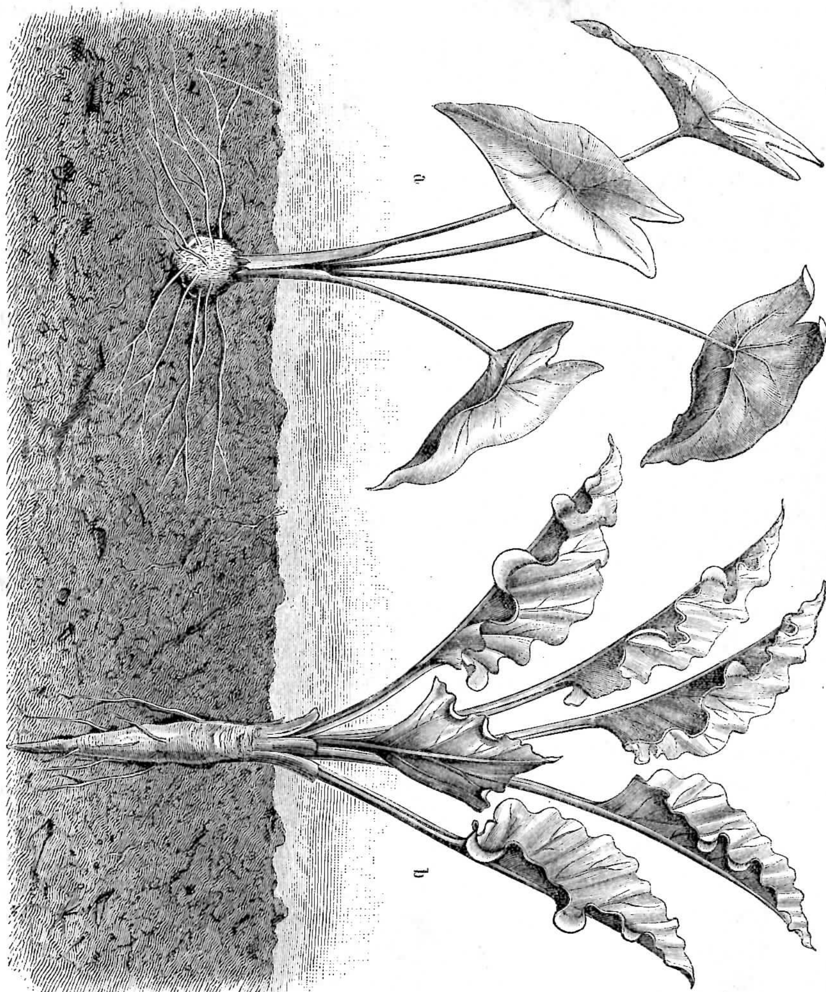
Zaklonimo li se za jake kiše pod gustu krošnju lipe, opazit ćemo, da je pod njom ostala zemlja suha. Koliko je krošnja pokrivala zemlju, tolik suhi okrug nastane. Nu na rubu ćemo ovoga okruga opaziti, da je zemlja mnogo jače mokra, nego na polju, gdje nije bila zaštićena. Uzrok je tome osobito poredanje lišća na krošnji. Lišće se smjestilo na površini krošnje, koja kod lipe imade oblik čunja. Brkovi su od lišća svi prema dolje okrenuti, a sami su listovi koso prema van nagnuti. Padne li na jedan list kap vode, skotrljat će se do brka njegova i odavle će padati dolje, gdje će se opet na drugi list namjeriti. Što niže, to su listovi sve više od središta krošnje odmaknuti. Radi toga će kapljica, koja je upravo na sredinu krošnje pala, skotrljati se malo po malo po lišću, kao kruglja po stubama, sve do ruba krošnje, a odavle na zemlju. S toga je razumljivo, da će sva kiša, što je na krošnju pala, napokon izpod njezinoga ruba pasti na zemlju. Na tom uzkom dielu pasti će dakle najviše kiše.

Zakopajmo na tom mjestu u zemlju. Naći ćemo, da je ovdje zemlja najmokrija i ujedno ćemo naći ovdje mlade korienke od lipe. Korien se njezin tako razrastao, da mu najmladji dielovi — gdje se nalaze korjenite dlačice — dosežu upravo do ruba krošnjina.

*

Ovdje mogu oni naći potrebnoga soka i upiti ga, da ga onda kroz stabljiku pošalju lišću.

Tako nalazimo i kod drugoga našega drveća, kao kod breze, kruške, jabuke, javora, jasena, divljega kestena, topole i t. d.



Sl. 11. Dovadjanje kišnice korienju: *a*) kod Calladia; *b*) kod raveda.

I kod zeleni nalazimo, da se lišće i korienje nalazi u osobitom položaju, koji omogućuje najzgodnije privadjanje kišnice. Na slici 11. imademo dva različita slučaja naslikana, kako se dovodi

kišnica kod *Calladia* i kod r a v e d a *(Rheum*, Rhabarber, *rabarbero)*. Calladium, što ga radi liepoga lišća često goje u toplim kućama, imade korienje više horizontalno poraslo. Prema tomu su i njegovi veliki listovi postavljeni. I ovi su kao i kod lipe koso svojim plojkama postavljeni. Kap, što padne na list, skotrlja se niza nj do brka, a odavle na zemlju baš na ono mjesto, gdje se nalaze korieni s korjenitim dlačicama. Kod r a v e d a je korien vretenast, raste okomito u zemlju, a uza nj nešto kosije pobočni korienci. Kod njega je lišće sa svojim brkovima gore okrenuto i slabo koso nagnuto. Kiša, što na plojku padne, kotrlja se po njoj, dok ne dospije na peteljku, koja je kao žlieb izdubena. Po ovom žliebu pada dalje, dok ne padne na sam korien. Slično nalazimo i kod drugoga našega bilja, kao m a s l a č k a *(Taraxacum officinarum*, Kuhblume, *calta)* i t r p u t c a *(Plantago*, Wegerich, *piantaggine)* i dr.

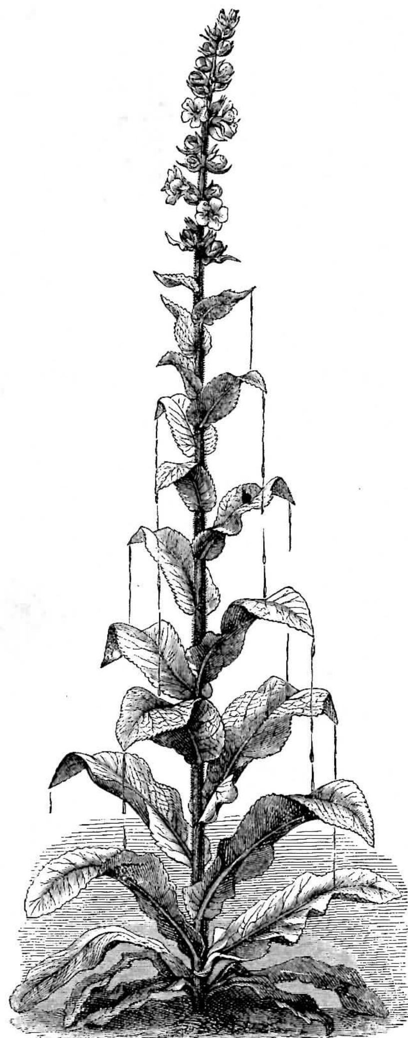
Još ćemo za primjer uzeti osobit način privadjanja kišnice kod d i v i z m e *(Verbascum*, Königskerze, *tassobarbasso)* (sl. 12.). D i v i z m a v e l e c v j e t n a *(Verbascum phlomoides)*, na koju ćemo se ovdje osobito obazirati, imade na stabljici, koja znade preko metra visoko uzrasti, lišće poredano u zavojnoj crti (spirali). Od tla prema vrhu lišće je sve kraće, česa radi čitava biljka izgleda kao uzki čunj. Najgornje je lišće koso s brkom prema gore. Pri dnu ima dvie krpe, koje stabljiku do polovice obuhvataju. Padne li na najgornji list kap kiše, skotrljat će se niz list sve do stabljike, odakle će s one krpe pasti i kod toga se namjeriti na donji koji list. Ovo će se opetovati, dok ne će kap pasti na zemlju i tako dospjeti do koriena, koji je kao i u raveda. Na sredini i pri dnu stabljike su listovi nešto drugojačiji: gornja im je trećina nagnuta prema van tako, da list izgleda slomljen. Padne li kapljica na onu trećinu, što je van nagnuta, ne će se skotrljati do stabljike. Nu napokon će i ona k stabljici doći. Ona će naime pasti na donji list, koji je mnogo dulji, na onaj dio, što je nagnut k stabljici, i tako će sva kiša, što na divizmu padne, biti privedena ka korienu.

III.

Rast korienov u duljinu i debljinu. — Gdje najjače raste korien u duljinu. — Kako djeluje na rast korienov teža, svjetlo, toplina i vlaga.

Sjeme, što je palo na loše tlo, uginut će. Ako se zakorieni, morat će napokon uginuti, jer ne će naći u lošem tlu hrane. Životinja nasuprot, koja na jednom mjestu ne nadje hrane, može otići na

drugo, da je tamo potraži. Biljka pak ostaje za sav svoj život na jednom mjestu prikovana, kamo je slučaj bacio. Tamo se zakorieni i ako je slučajno tlo, koje nema za nju hrane, propala je. Ali i

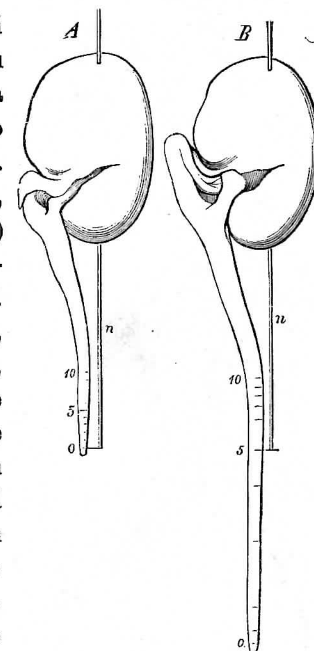


Sl. 12. Dovadjanje kišnice kod divizme.

ona, koja je na dobru tlu korien pustila, morala bi uginuti, kad bi joj korien ostao u dodiru s istim česticama tla. Znademo, da samo onaj dio korienov, što nosi dlačice, može upijati hranivi sok

iz zemlje. Kad se ne bi ništa mienjao položaj toga diela korienova, doskora bi izcrpla iz susjednih čestica svu hranu, što je u njima ima, a tada bi i ona imala uginuti. Toj je pogibli predusreteno kod biljke time, što se njezin korien može takodjer donekle gibati, ako i ne u onoj mjeri, u kojoj životinje. Kod bilja se očituje to gibanje rastom.

Vršak je korienov pokriven jakim stanicama, koji ga prekrivaju kao kapica, zašto i zovu te stanice korjenitom kapicom. Izpod te kapice nalaze se nježne mlade stanice, koje se neprestano diele i stvaraju nove stanice, od kojih se gradi korien. Mislili bi, da ovdje korien najjače raste. Nu za čudo nije tomu tako. Jednostavnim se načinom možemo o tom uvjeriti. Uzmimo na pr. od boba klicu (vidi sl. 13. *A.*) i načinimo na njezinom korienu od vrška sve u razmaku od jednoga milimetra crtice tušem. Klicu metnimo na toplom mjestu s korienom u vodu. Poslije jednoga dana možemo vidjeti, da su se one crte razmaknule (sl. 13. *B.*) i to najviše, gdje je korien najjače rastao. Kako vidimo na slici 13. kod *B.* najjače se produljio onaj dio korienov, što se nalazi izmedju 3. i 4. milimetra, a odavle i prema vrhu i prema dnu je prirast sve manji dok napokon posve ne utrne. Stanice, što su pod kapicom postale, raztežu se, kako se udaljuju od nje. Tim raztezanjem tjeraju pred sobom kapicu, koja se zabada u tlo. Dlačice korjenite bile bi sve dalje odmaknute od vrha korienova, da ne rastu nove bliže vrhu. Tako dolaze uviek novi dielovi korienovi s novim, neizcrpenim česticama zemlje u dodir.



Sl. 13. Klica bobova.
A. Na korienu su tušom narisane crte u razmaku od 1 mm.
B. Ista klica poslije 22 sata.

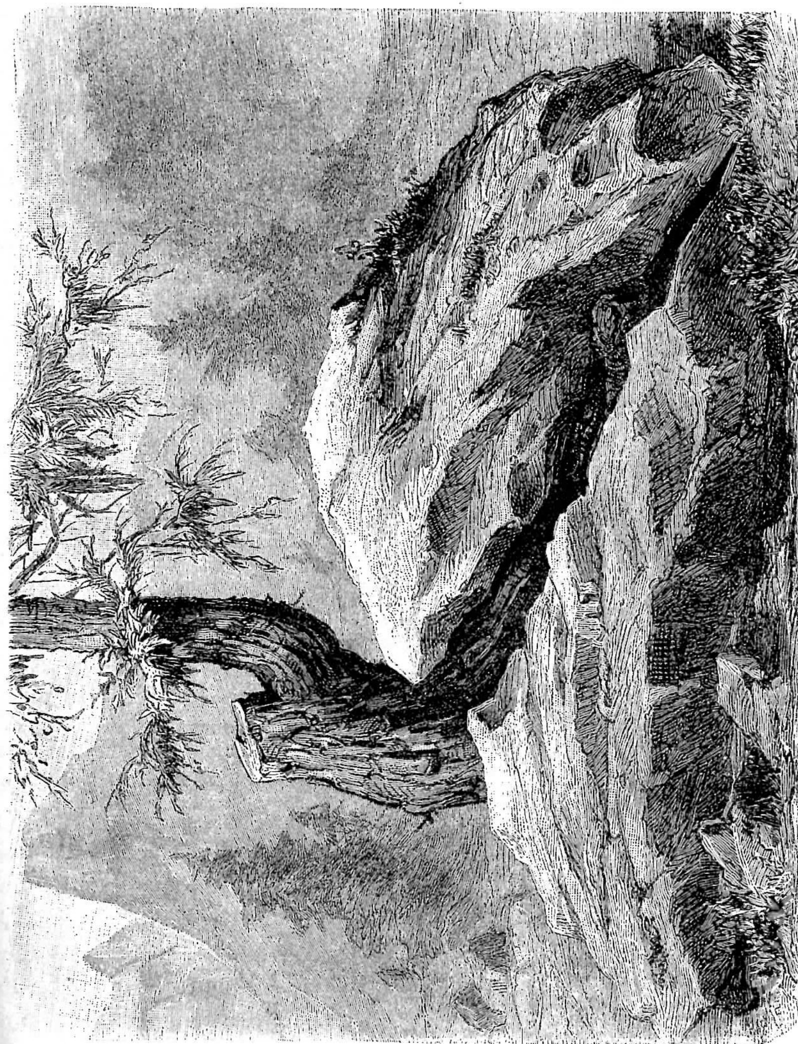
Jedino ovim rastom u duljinu korienov vršak išao bi jednim pravcem. Već maleni kakvi kamečak zapriečio bi dalnji rast korienov ili barem bi on morao sa svojim dlačicama ostati i predugo vrieme na jednom mjestu. Da se takvim malenim zaprekama ukloni,

giblje se korien na osobit način. Pomnim motrenjem možemo opaziti, da se vršak okreće oko središta, što ga predočuje duljina korienova. Okretanje ovo možemo više puta opaziti u vrlo kratko vrieme i tada nam se pričinja, kao da korien svojim vrškom pipa oko sebe. Kako korien neprekidno u duljinu raste, a uz to se vršak u okrugu okreće, opisuje ovaj zavojnu crtu. Time se korien mnogo laglje ugiba zaprekama, koje na putu slučajno nailazi. Uz to dolazi on s mnogo više različitih čestica zemlje u dodir, nego što bi, kada bi samo u duljinu rastao.

Kod bilja, komu nadzemne česti debljaju i postaju veće, kao kod drveća, treba mnogo više hrane i vodenoga soka iz zemlje, nego kod zeleni. Kod onakih moraju se putovi, kuda će dotjecati novi sokovi, pomnožati. To postizava biljka, da stvara nove stanice u korienu, nove drvene cievi, kuda će moći s onimi, što su od prije, više soka protjecati. Kada to čini biljka, raste joj korien u debljinu. Budući da je taj rast posve jednak onomu kod stabla, to ćemo se na nj povratiti, kad budemo o ovom govorili.

Svojim rastom može korien znatne radnje obavljati. Metnemo li klicu na pr. od boba ili graha nad živu tako, da će ona biti uzporedna s njezinom površinom, uz to klicu iglom pričvrstimo, da ne može svoga položaja mienjati, to ćemo za malo opaziti, kako se je vrh korienov okrenuo okomito prema središtu zemaljskom. Vrh će i na dalje rasti i zabost će se duboko u živu i još bi dublje rastao, da se njom ne otruje. Kako živa korienu velik odpor stavlja, znat će svatko, tko je u nju svoj prst umočio, jer je mogao tada ćutiti taj odpor. Živa je 13·6 puta gušća od vode, te će i željezo na njoj plivati, i po tom si već možemo pomišljati, kakav imade odpor svladati onako nježan organ kao što je mladi korien. I u zemlju, dok raste korien, mora on čestice razmicati i tu radi glavni korien kao i svrdao. Osobito veliku snagu pokazuju korieni drveća, što rastu u debljinu. Često su puta već opažali, da je korien, koji je slučajno u pukotinu od zida urastao, čitav zid raztrgao i srušio. Isto tako, ako dospije u pukotine od kamenja, često će puta tu pukotinu razširiti i razmaknuti. Na slici 14. imademo takav jedan slučaj, kako je u Tirolskoj opažan. Na jedan kamen od 2 metra visine zasadio se nekada ariš (*Larix europaea*, Lärche, *larice*) i u pukotinu od kamena pustio je svoj korien. Rastući u debljinu razširivao je ovu pukotinu i jednu polovicu do 30 cm. visoko uzdignuo. Težina je te polovice iznašala do 1400 kg., a korien, koji je taj

ogromni teret uzdigao, mjerio je na najdebljem mjestu 30 cm. u promjeru. Isto to opažamo i na drveću u našim šumama. Motrimo li tlo u njima, često ćemo vidjeti kako poput gorostasnih zmija



Sl. 14. Kako je korien od ariša digao svojim rastom u debljinu kamen.

puzi po zemlji debelo korienje, osobito od hrastova. Ti su korieni nekada bez svake sumnje bili pod zemljom i tek naknadno su došli nad zemlju. Kako korien, koji se nalazi pod površinom zemalj-

skom, raste u debljinu, to će on pritiskati na zemlju, i napokon će se uzdići nad nju, a uz to će uzdići čitavo deblo. Pošto je težina stabla više puta od nekoliko tisuća kilograma, lako pojmimo koliki teret može svojim rastom korien uzdići.

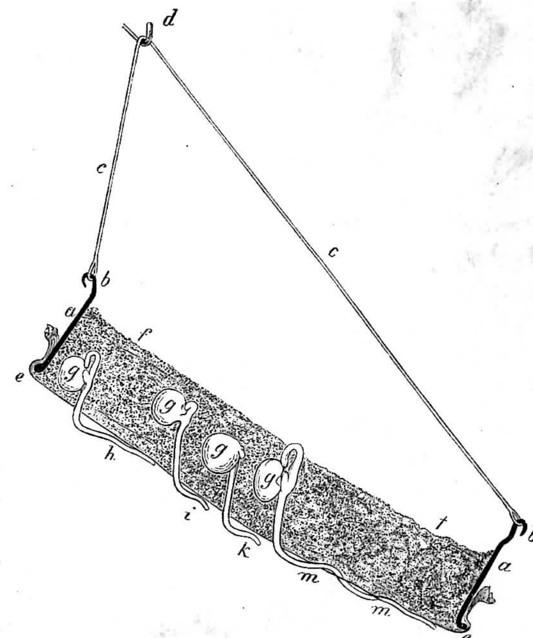
Već smo prije spomenuli, ako mladu klicu na pr. od boba ili graška postavimo vodoravno, da će se korienak domala zakrenuti težeć prema središtu zemaljskom. U tom vidimo, kako djeluje na korien teža zemaljska. Dakako da nije to djelovanje na biljku onakovo isto, kao što je na primjer, kada koje tielo pada ili kao što u obće privlači teža sva tjelesa na površini zemaljskoj. Da nije tomu tako, vidjet ćemo malo niže, gdje ćemo spomenuti, da na stabljiku upravo u protivnom djeluje teža, jer se ova upravo protivnim smjerom od središta zemaljskoga odkreće. Nu ne djeluje na sve korienje na jednoj biljci jednako teža: dočim će prvotni korien, ako ne nalazi nikakovih drugih zapreka, upravo okomito prema središtu zemaljskom rasti, to će korjenići, što će iz ovoga izrasti, uzeti sasma drugi smjer. Drugotni korjenići, što su iz prvotnoga izrasli, rastu gotovo vodoravno, a koji izrastu iz ovih, rastu bez obzira na težu zemaljsku. To je od velike koristi po biljku, jer se na taj način razviju u zemlji korieni u svim mogućima smjerovima i tako mogu podpunoma i svaku česticu zemlje dobro izcrpsti.

I svjetlo djeluje na rast koriena. Osobito se jasno vidi na korienju bršljanovu. Bršljanu raste iz nadzemne stabljike korienje, koje mu pomaže kod penjanja po zidovima ili po deblima drveća. Ti će se korieni uviek razviti samo na zasjenjenoj strani stabljike, koja je okrenuta od svjetla. Pustimo li, da svjetlo pada na onu stranu stabljike, gdje je prije korienje izbijalo, to ne će više na toj strani rasti novi korieni već na onoj strani, što je sada od svjetla okrenuta.

Još jače upliva od svjetla na rast korienov toplina. U sjevernim krajevima zemlja ostaje u nekoj dubini i ljeti smrznuta, pa ipak se nalazi i ovdje nizkoga bilja, pače u Sjevernoj Americi imade čitavih crnogoričnih šuma. Motrimo li korienje ovakovoga drveća, vidjet ćemo, da ono doseže u zemlju samo do one dubljine, dokle ostaje ljeti zemlja odmrznuta. Na tom mjestu znadu se korieni gotovo okomito od svoga prvotnoga smjera odkrenuti i puze po površini smrznute zemlje ne hoteći u nju urasti.

Korien prima iz zemlje različite soli, a kako ih krutih ne može primati u sebe, to je zato potrebna voda, koja će te tvari

raztopiti. Osim toga potrebna je za biljku i sama voda, i nje treba vrlo mnogo, jer je najveći dio biljčin sastavljen od nje same, a kako ćemo vidjeti, gubi je vrlo mnogo izhlapljivanjem. Kako je po tom vrlo važan dio hrane za biljku voda, to će bez sumnje i vlaga morati djelovati na rast korienov. Pa u istinu to i nalazimo i uz težu djeluje vlaga najjače na rast korienov, kao što se možemo vrlo jednostavnim pokusom o tom uvjeriti. Uzmimo obruč od lima *(a)* i odozdo privežimo mrežu sa širokim okancima *(e)*, napunimo takvo rešeto mokrom piljevinom *(f)* i objesimo ga vrpcom *(c)*, kao što nam slika 15. pokazuje. U piljevinu metnimo sjemenaka od graška *(g)*. Poslije nekoga vremena počet će sjemenke klicati i korjenići će rasti okomito prema središtu zemaljskom. Ako je zrak, u kojem pokus pravimo, prilično vlažan, to će korjenići i izvan rešeta, kad ga prorastu, ići dalje istim smjerom. Nu drugačije će biti, ako dospiju korjenići u suh zrak: ovi će okrenuti smjer, kojim su rasli, dok su se nalazili u piljevini, dočim su u njoj okomito prema središtu zemaljskom rasli, to će sada zaokrenuti se prema piljevini i u nju malo urasti *(h* i *k)*. Silu je teže dakle nadvladala u korienu potreba vlage. Uraste li korjenić malo dublje u pilovinu, to će opeta nadvladati u rastu teža i korjenić će svojim vrhom opeta izaći iz piljevine, te se to više puta može opetovati tako, da korien izgleda kao valovita crta *(m)*.



Sl. 15. Aparat, koji pokazuje kako djeluje vlaga na rast korienov.

Ne samo rast, već i na postanak koriena djeluje vlaga. Metnemo li grančicu od vrbe u vodu ili u vlažnu zemlju, to će se na

onom mjestu, koji je u doticaju s vodom ili s vlažnom zemljom, razviti korjenići. I mnogo drugo bilje će razvijati isto tako korienje, ako grančicu zataknemo u vlažnu zemlju, što je dobro poznato vrtlarima pod imenom umnažanja bilja sadjenicama. Dapače u nekom će se bilju i iz komadića lišća razvijati korieni, ako ih metnemo na vlažnu zemlju, kao na pr. u begonija, koje se često goje u sobama poradi vrlo liepog lišća.

Da osim spomenutih vanjskih podražaja djeluje i doticaj s krutim tielom na rast korienov, vidi se, kad udari rastući korien na kakav kamen: korien će biti prinužden svoj dojakošnji smjer promieniti i rasti će tiesno se prislanjajuć uz kamen po njegovoj površini. Isto će tako korien promieniti smjer u rastenju, ako se na vrhu s jedne strane ozliedi, te će se okrenuti od one strane, na kojoj je ozliedjen.

Iz ovoga vidimo, da se korien može u nekim granicama gibati. Djelovanjem se teže okreće glavni korien prema središtu zemaljskom, studen ga odbija kao i svjetlo, dočim ga vlaga opet k sebi privlači. Po svemu se vidi, da i on gleda kako bi se ugnuo zlome, a približio onome, što mu je od koristi. Za što su sva ta različna gibanja, razumije se samo od sebe. Kad se korien okreće okomito prema središtu zemaljskom, najvjerojatnije je, da će naići na zemlju, u kojoj će moći svoju zadaću obavljati. Da on od svjetla bježi, razumije se baš radi toga. Što se k toplini i vlazi okreće, čini to, jer se u njima nalaze uvjeti života biljnoga.

Sva ta gibanja čini korien nejednakim svojim rastom. On raste na jednoj svojoj strani jače nego na drugoj, za što mu se mora kraj okrenuti od one strane, na kojoj je jače rastao. Raste li n. pr. na svjetlijoj strani jače, to će se vrh njegov od svjetla okrenuti. Nu kako korien znade, kuda će rasti? Bez sumnje djeluju i na nj podražaji na sličan način kako i na životinje, a on reaguje na njih nejednakim rastom. Pokusima se našlo, da podražaj ne djeluje direktno na mjesto najjačega rasta, već na sam vršak korienov. Ovaj se podražaj prenaša od stanice do stanice pomoću prasluzi, koje su vrlo finim končićima, što prodiru stanične kožice, medjusobno spojene, sve do mjesta, gdje je najjači rast. Kako se taj podražaj prenosi i kako on djeluje, da stane korien nejednako rasti, ne znamo. Sliči to prenašanju podražaja kod životinja, gdje se pomoću osobitih stanica, što su se u živčane konopce sastavile, vanjski podražaj prenosi do centralnog organa mozga, odakle se on može opet kojem drugom dielu tiela saobćiti. Vidimo, da se i u reagiranju na podražaje bilje ne razlikuje od životinja, jedino što kod ovih reakcija mnogo brže nastupa, čemu je ustrojstvo njihova tiela uzrok.

IV.

Od kojih počela sastoji bilje. — Umjetno hranjenje bilja. — Koje je počelo neobhodno nuždno za bilje. — Odkuda potječu ova počela. — Kako korien upija hranu. — Korien izlučuje kiseline, kojim može raztvarati spojeve. — Zašto gnojimo polja? — Umjetni gnoj.

Većina tjelesa, što ih nalazimo na zemlji, sastavljena su od jednostavnijih, na koja se ona dadu razstaviti, dočim se ova nikojim kemijskim načinom, koji nam je poznat, ne dadu u još jednostavnija razstaviti; ili opet imade tjelesa, koja su sama po sebi takova jednostavna tjelesa. Sva takova jednostavna tjelesa, koja se nikojim načinom ne dadu više u jednostavnija razstavljati, zovu se počelima. Do sada je preko sedamdeset takovih počela poznato. Voda je sastavljena od dva počela — dva plinovita tiela: vodika i kisika, koja se ne mogu u jednostavnija razstavljati. Željezo, zlato, srebro, tutija i druge mnoge kovine su opeta same za sebe počela. Većina je tjelesa sastavljena od počela, naime njih su se dvoje ili i više tako medjusobno spojila, da su se njihova svojstva zatajila, da ih u spoju ne možemo više razabrati. Kada se dva ili više počela spoje, nastane novo tielo, na kojem ne vidimo sličnosti sa počelima. Palimo li ugljen na zraku, to će se kod toga ugljen, koji je sam počelo i zovemo ga ugljikom, spajati s plinovitim počelom kisikom iz zraka, i spoj, koji će kod toga spajanja nastati, bit će ugljična kiselina, plin, koji izgleda kao i zrak, a za koji ne bi nitko rekao na pogled, da sastoji od crnoga, neprozirnoga, krutoga ugljena.

Od kojih je počela sastavljeno tielo biljno? To je vrlo važno pitanje za nas, jer znademo li, od kojih tvari sastoji tielo biljčino, znat ćemo i što joj treba za hranu. Odvagnemo li svježu biljčicu i tada je sušimo, to će ona gubiti vodu i kad bude posve suha, bit će mnogo laglja. Gubitak na težini pokazuje nam ujedno, koliko je bilo vode u biljci. Našlo se, da u kopnenoga bilja do dvie trećine čitave težine iznaša samo voda, a u vodenoga i mnogo više. Voda sastoji od dva počela: vodika i kisika, i tako smo našli već dva počela, od kojih je tielo biljčino sastavljeno.

Osušena biljka sastoji od vrlo mnogo različitih spojeva: jedno su organski spojevi, a drugo neorganski. Prvi su oni, koji u prirodi postaju životnim radom biljaka i životinja — organizama, i zato ih tako i zovemo; a drugo su takovi, koji postaju i bez organizama. Zapalimo li osušenu biljku, to će organski spojevi izgorjeti, a preostat će anorganski kao pepeo. Pepeo iznaša vrlo malen utezni dio od sve označene biljke, jedva jednu ili dvie stotinke. Organski spojevi u biljci sastoje od ugljika, vodika i kisika, a u nekih nadolazi k ovim još dušik i sumpor. U pepelu ćemo naći obično uviek uz spomenuta počela još fosfora, hlora, kremika, kalija, kalcija, magnezija i željeza, a kadkada se još nadje u malenoj množini tutije, bakra, aluminija, rubidija, litija, mangana, bora, nikela, barija, stroncija, a u morskih biljaka uviek joda i broma.

Tako smo nabrojili znatan broj počela, koja nalazimo u biljkama. Nu našlo se, da sva ta počela nisu nuždna za zdrav rast biljčin. Može se unapried pomišljati, da ne će sva ova počela biti potrebna za biljku, jer se opažalo, da se n. pr. tutije nalazi samo u onakim, koje rastu na tlu, gdje imade tutijinih ruda. Koja su baš počela neobhodno nuždna za biljku, našlo se odgajanjem bilja u umjetnim hranivima. Za to se uzme čiste prekapane vode i u nju se metne solî, za koje znamo, od kojih počela sastoje. Metnemo li mladu klicu u čistu prekapanu vodu bez soli, to će ona jedno vrieme sasma liepo rasti, jer će još imati hrane, što je bila spremljena u sjemenci. Nu kad se ova potroši, ne će biljka dalje rasti, te će napokon uginuti. Nu drugo ćemo vidjeti, ako smo dali biljci potrebne soli: ona će se i dalje razvijati, kao da u zemlji raste, počet će cvasti i dapače će donieti zreloga ploda i sjemena. Organska tvar, koju je biljka ovako stvorila, mnogo više iznaša no ona, što ju je sjemenka imala, iz koje se razvila biljčica. Takovim se pokusima našlo, da je za zeleno bilje neobhodno potrebno ovih deset počela: u g l j i k, v o d i k, k i s i k, d u š i k, s u m p o r, f o s f o r, k a l i j, k a l c i j, m a g n e z i j i ž e l j e z o, što je vrlo malen broj za onu množinu počela, što su nam poznata do danas. Od drugih počela, što smo ih gore spomenuli, primaju mnoge biljke u prirodi veliku množinu, pa ipak će se one i bez njih sasma normalno razviti. Već smo u prijašnjem poglavlju spomenuli, kako se nalazi u staničnim kožama mnogih biljaka kremena uklopljena, od česa postaju ovakove kožetvrde i opore. Osobito su kožice u površnim stanicama u preslica i trava, kamo spadaju i naše žitarice, snabdjevene velikom množinom kremena. Spalimo li ovake stanice, to će preostati kremen, koji će zadržati posve oblik staničnih kožica, i pod sitnozorom možemo dobro razabrati obris stanica. Ma da u ovih biljaka dolazi tolika množina kremena, ipak možemo odgojiti n. pr. kukuruz, koji inače imade vrlo mnogo kremena, u hranivoj raztopini bez kremena i on će se sasma liepo razvijati, pače će donieti i zrelo zrnje na klipu. Po tomu se vidi, da kremen i po tomu počelo kremik, koji je najvažniji sastav kremenov, ne služe biljci za stvaranje organskih tvari, već da imade drugu neku zadaću. Čini se, da mu je zadaća, da površinu biljčinu učini oporom, da laglje odolieva napadajima životinja.

Pita se odkuda sve potječu ona počela, što su tako potrebna za biljku? Ugljik, koji preostaje, kada biljku palimo polagano, u obliku ugljena, i koji iznaša polovicu čitave suhe tvari biljčine, potječe iz zraka (mi imademo uviek na umu kopneno bilje) i biljka ga prima u obliku plina ugljične kiseline. Za sada se ne ćemo tim pobliže baviti, već ćemo nešto reći o tom u sliedećim poglavljima.

Vodik i kisik su sastavni dielovi vode i biljka ih prima baš u obliku vode. Kako smo češće puta natuknuli, voda je od neizmjerne važnosti po biljku i nijedne životne funkcije ne može ona obavljati bez nje. Za sada nas osobito zanima, što voda privadja krute čestice, što ih biljka trebuje. Sve gotovo rude raztapa voda, ma da i u vrlo malenoj množini. Osobito lako raztapa mnoge soli, ako imade u sebi dušične i ugljične kiseline. Prve dolaze u nju za oluje u malenoj množini, dočim druge upija uviek, dok pada u obliku kišnih kapljica na zemlju i dok teče u samoj zemlji, gdje je osobito u crnici zemlji imade u velikoj množini. Snabdjevena ovim kiselinama može lako raztapati voda razne spojeve, što su potrebni za život biljke.

Ostala počela prima biljka u obliku raznih spojeva iz zemlje. Dušik dobivaju biljke većinom u spojevima dušične kiseline, osobito u spoju kalija s dušičnom kiselinom, što se zove u običnom životu salitrom. Ipak neke biljke mogu i sam dušik, kakav se nalazi u zraku, primati i upotrebljavati za svoju hranu. Osobito to mogu mnoge sočivice. Dušik je od velike važnosti po bilje, jer on čini uz ugljik, kisik i vodik glavni sastav bjelančevina i prasluzi. Već se je prije mislilo, da bi biljke mogle upotrebljavati za svoju hranu dušik iz zraka, jer se on tu nalazi u neizcrpivoj množini. Opažalo se, da neki usjevi, osobito neka sočiva, množaju dušičnate spojeve na polju, dočim poslije žetve drugih nekih postaje

množina njihova sve manja. To je dovelo neke na misao, da sočivice imadu svojstvo, da mogu i dušik kao počelo iz zraka upodabljati. Umni gospodari i znadu to, te će oni na pr. poslije djeteline, koja može upodabljati dušik kao počelo iz zraka, sijati pšenicu ili koju drugu žitaricu. Djetelina će prirediti dušičnih spojeva, koje će moći pšenica tada već gotove upotrebiti.

Svakom se žetvom odnese mnogo spojeva, što ih je biljka izcrpla iz zemlje i po tom mora tlo postajati sve siromašnije. Taj gubitak znade umni gospodar naknaditi gnojenjem. Već su od davnine upotrebljavali gospodari stajski gnoj. Zanimat će možda koga, od česa sastoji gnoj, kojim se obično gnoje polja. U stotinu dielova imade osamdeset vode, svakako ogromna množina tvari, koju biljka kišnicom dobiva. Od dvadeset preostalih dielova trinaest ih sastoji od drvenih vlakanaca, što ih biljka ne može upotrebiti za hranu, jer sastoje od ugljika, kisika i vodika, koja počela prima iz zraka u obliku ugljične kiseline i iz zemlje u obliku vode. Preostalih sedam dielova jesu rudne čestice, nu i od ovih samo je malena množina, što ih ne nalazi na svakom tlu u dostatnoj množini i koja moramo baš biljci davati u obliku gnoja. Većina od onih rudnih čestica jest takova, kakova se nalazi u obilnoj množini u svakom tlu, i od onih, što su najvažnija, kao hrana, koju biljka iz zemlje upija, imade ih u sto kilograma stajskoga gnoja samo jedan i po kilograma! Ove najvažnije rudne česti, što ih biljka iz zemlje prima, i koja i najviše crpe korienjem, jesu fosfor, kalij, kalcij i dušik. U stajskom gnoju dajemo biljci hranu u vrlo razriedjenom obliku, a dajemo vrlo mnogo suvišnoga balasta. To je potaklo umnoga Francuza G e o r g e s a V i l l e a, da daje biljkama gnojiva, koja će sadržavati samo potrebne sastojine za biljku, kojih manjka na dotičnom polju ili kojih imade vrlo malo. Pokusi, što ih je on načinio, divne su rezultate dali, i žetva je uviek bila izvanredna. Njegova umjetna gnojiva nalaze se na mnogim mjestima u ogromnoj množini kao rude u zemlji, i drugo ne treba, već ih jedino izkopati iz zemlje. Sa ovim se gnojivima može i stajski gnoj poboljšati, primiešav mu one česti, kojih imade u njem premalo. Gnojeći ovakim gnojem polja rodit će mnogo više i lošije će tlo obilnije moći davati ploda. Kada jednom nestane krivih predsuda u gospodarâ, i kada se učini pristupačnijom množina rudnoga gnojiva, što se nalazi u zemlji naslagana, moći će zemlja više ljudi prehranjivati, a po tom će se i siromaštvo umanjiti.

Biljka prima iz zemlje svojim korienom potrebna počela, koja nadjemo poslije u njoj u obliku pepela, kad je spalimo. Dakako da ih ne prima kao počela sama za sebe, jer i takva ne dolaze u zemlji, već ih prima kao spojeve, koji, budući da imadu u svom sastavu i svojim kemijskim svojstvima sličnosti sa običnom kuhinjskom soli, zovemo ih u obće soli. Svi su ti spojevi krutnine, a kao takove ne bi mogle prodrieti kroz staničnu kožicu korjenitih dlačica, već moraju biti raztopljene. Voda raztapa ove soli obično u vrlo maloj množini. Voda je, što izvire iz vrela, takova, koja je iztekla iz zemlje, što je ona nije mogla u sebi zadržati. Množina je soli, što se nalazi u ovakoj izvor-vodi, vrlo neznatna. Ako je u izvor-vodi, koja teče dosta dugo kroz zemlju, dok ne dodje napokon na svjetlo, tako malo soli, to će ih još mnogo manje biti u onoj vodi, što kao kišnica pada na zemlju, i koju odmah korienje upija. A ipak pepela, za koji smo spomenuli, da nije drugo do soli, što ih je biljka iz zemlje izcrpla, imade znatna množina. Kako je dakle mogla biljka nagomilati tu množinu soli u svom tielu iz vode, koja je u vrlo neznatnoj množini sadržaje? U sliedećem ćemo poglavlju pobliže na to odgovoriti, i sada ćemo samo reći, da biljka vrlo mnogo vode kroz lišće izhlapljuje, a gubitak mora korien opeta nadoknadjivati. Krute česti, što su u biljku u vodi raztopljene došle, ne će se moći izhlapiti i preostat će u njoj i tako će ih se malo po malo sve više nagomilati u njoj.

Soli, koje sama voda težko raztapa, mogu korjenite dlačice raztapati. Prije smo spomenuli, da se ove uzko srastu sa česticama zemlje, i kada korien izvadimo iz zemlje, da će se na njem na onim mjestima, gdje se nalaze dlačice, držati zemlja. One su tako tiesno s tim česticama srasle, da ćemo prije dlačicu otrgnuti, no njih. Korjenite dlačice izlučuju nekakve sokove — nekakve do sada ne poznate kiseline — koje raztvaraju krute čestice i raztapaju ih, a korien ih tada lako upija. O tom se lako uvjerimo, ako metnemo izgladjenu mramornu ploču na dno lonca, u koji tada kakovu biljku zasadimo. Korien će rasti okomito, dok ne naidje na mramor, i tada će tiesno uz njega prianjajuć po njem rasti. Izvadimo li poslije nekoga vremena mramornu ploču, vidjet ćemo na njoj jasno plitke udubine, kuda je korien rastao: ovdje je naime izlučivao sokove, koji su mramor raztapali. To isto opažamo i u prirodi, gdje su se na klisure naselili razni lišaji i mahovi: oni će malo po malo tvrdi stanac raztvarati na ovaj isti način dlačicama,

što su izrasle iz donje strane njihovoga tiela. Kamen će se malo po malo mrviti, a k tomu će pridolaziti i iztrule česti mahova i lišaja i tekom vremena će se stvoriti sloj zemlje, u kom će i više bilje moći rasti. U hladnijim krajevima pripomaže još i voda kod raztrošenja kamenja i stvaranja zemlje: ako se u finim pukotinama smrzne voda, to će ona raztrgavati kamen, kao što će razpuknuti staklenku, u kojoj imade vode i koju smo ostavili, da se smrzne. Ovako će se raztrgano kamenje moći poslije još laglje dalje mrviti i stvarat će rahlo tlo, u kojem će se napokon razno bilje naseliti i gdje je prije bila gola pustoš, nastat će liepa zelen, koja će razveseljivati naše oko.

—×—

Provadjanje hranivoga soka.

I.

Stabljika je organ, koji privodi upite sokove lišću. — Po čemu se pozna stabljika? — Podzemne i nadzemne stabljike. — Uzlići i članci. — Duljina stabljika.

Voda, sa solima, što je korien upio, putuje kroz stabljiku do lišća, do onoga uda biljnoga, u kom se stvara gradja za tielo njezino. Prije smo saznali, da je tielo biljčino sastavljeno od tri različita diela: koriena, stabljike i lista. Korienu je zadaća, da biljku učvrsti i da crpe vodenu hranu iz zemlje i on toga radi raste u zemlju; list imade zadaću, da iz hrane vodene, što je dobio iz zemlje, i iz ugljične kiseline u zrncima listnoga zelenila stvara gradju za tielo biljno, a sila je, koja taj posao obavlja, sunčano svjetlo i toga radi mora se nalaziti lišće u zraku izloženo sunčanim zrakama. Izmedju obiju ovih organa nalazi se stabljika, koja dovodi s jedne strane potrebne sokove, što ih je korien upio, lišću, a s druge strane opeta dovodi već gotovu hranu iz lišća korienu, jer je on sam nije kadar sagraditi.

Po čemu se poznaje stabljika? u čem se razlikuje od koriena? Mnogi će misliti, ta to je lako znati: ona čest biljčina, što se nalazi pod zemljom jest korien, a ona, što raste nad zemljom — izuzev lišće — jest stabljika. Ali tomu nije tako, jer imade i koriena, što rastu na zraku, kao u mnogoga bilja iz vrućih krajeva, a opet imade vrlo mnogo pravih podzemnih stabljika, koje će nevježa smatrati korienom. Spomenimo g o m o l j e od krumpira (sl. 16.), koje će mnogi držati za korien, a ipak su osobitoga oblika stabljike. Po čemu se dakle korien od stabljike razlikuje? Stabljika nosi na sebi lišće i u tom se razlikuje od koriena, jer na njemu nema ni traga listu. Dakako, da je to lišće kadkada vrlo kržljavo, izgleda kao malene ljuštice, kao što to vidimo na krumpirovom gomolju: kraj

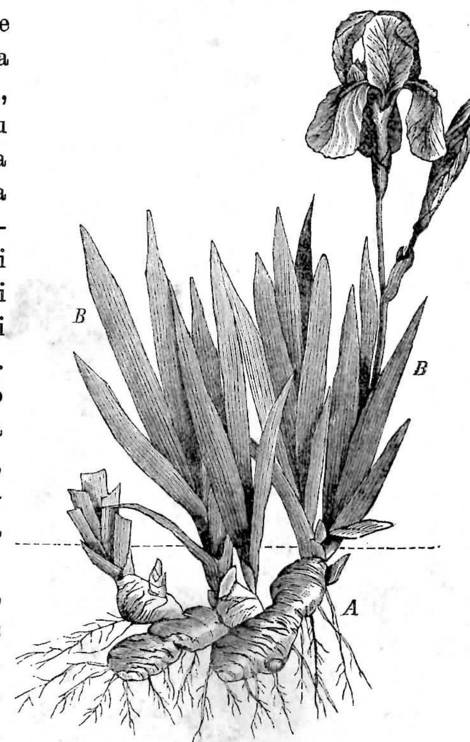
svakoga oka naći ćemo malenu ljušticu, koja nije drugo do li zakržljali list. Iz stabljike izrastu podzemno kratke grančice, koje na kraju po malo odebljaju i napune se skrobom. Ovakvi gomolji imadu sasma drugu zadaću, nego li obične stabljike: one su nekakvi hambar, u koji biljka kroz ljeto nakupi hrane, koju će moći upotrebiti druge godine za izgradnju novih biljčica. Kako se oni nalaze pod zemljom, nemaju listova velikih i zelenih, jer se njima ne bi mogli koristovati, i imadu samo ostatke od njih u obliku sitnih ljuštica, koje nam dokazuju, da je u istinu gomolj dio stabljike osobita oblika.



Sl. 16. Mlada biljka korunova.

Mnogo češće nalazimo podzemne stabljike u mnogoga našega zeljastoga bilja u obliku t. zv. p o d a n a k a, koje će takodjer mnogi zamieniti korienom. Takav podanak raste obično izpod površine tla vodoravno, oblika je kao i korien, ali ćemo ga od njega tim lako razlikovati, što imade na sebi tragova lišća, koje je osobito na vrhu, gdje se nalazi pupoljak, jače razvijeno, jer ono šiljak podankov, koji sastoji od samih nježnih stanica, omata i tako štiti od ozleda. Takove podanke nalazimo na pr. u perunike (Schwertlilie, *gladiolo;* sl. 17.), gjurgjice, prlja (Salamonssiegel, *poligonato*), petrova krsta (Einbeere, *uva di volpe*) i t. d. I ovakva stabljika služi za spremište

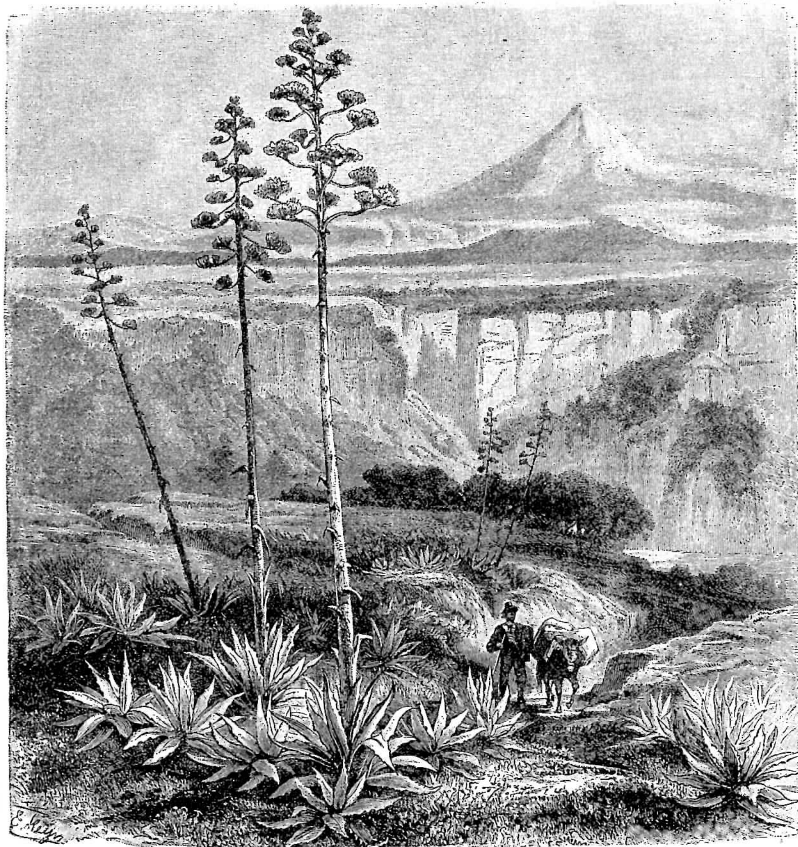
hrane, kojom će se u proljeće biljka braniti, dok se ojača u toliko, da će moći sama stvarati hranu. Tako su isto i l u k o v i c e, (Zwiebel, *cipolla*), kakve nalazimo u svih vrsta luka, tulipana, sumbula, ljiljana i t. d., skraćene i vrlo odebljale stabljike. Nu ovdje je lišće postalo znatno i vrlo debelo i osobito se u njemu nalazi spremljene hrane. Ovakove lukovice imadu osobito biljke, što rastu u krajevima, gdje kroz jedno doba godine ne kiši, kao na pr. u južnoruskim stepama i oko Sredozemnoga mora. U proljeće padaju tamo obilne kiše i tada se okite vrlo šarenim cviećem, medju kojim se osobito iztiču razni tulipani. Za to doba stvaraju biljke s lukovicama hranu, koju spreme u podzemne lukovice. Nadodje li suho doba, to ne mogu nježni i sočni listovi dalje uztrajati i moraju uvenuti i uginuti. Od biljke preostane sada samo lukovica, koja je uklopljena u tvrdoj zemlji i spava san, dok ne dodje opeta topla proljetna kišica, koja će je na novi život probuditi.



Sl. 17. Perunika nizka. (Iris punula.)
A: podanak. *B*: nadzemna stabljika.

Ogromna većina bilja imade nadzemne stabljike s lišćem dobro razvijenim, kakovim obično i mi pomišljamo lišće. I ove biljke, što imadu podzemne stabljike, kao gomolj, lukovica i podanak, tjeraju nadzemne stabljike sa zelenim, uglednim lišćem. Upravo kroz nadzemne stabljike teče ponajviše vodeni sok iz zemlje do lišća a isto tako, kako ćemo čuti, zeleno lišće pripomaže kod gibanja soka. Motrimo li kakovu grančicu, vidjet ćemo kako je lišće na njoj u većim ili manjim razmacima ponamješteno. Gdje je list pričvršćen na stabljici, tamo je često ova kao uzao odebljala i zovemo to u z l i-

ćem, dočim razmak medju dva uzlića zovemo **člankom**. Duljina članaka jest razna u raznoga bilja: n. pr. u jele i omorike su igličasti listovi gusto jedan do drugoga poredani, te su ondje i članci vrlo kratki, dočim u mnogoga našega bjelogoričnoga drveća znadu u proljeće mladice sa vrlo dugačkim člancima iztjerati, n. pr.



Sl. 18. Agava na mexičkoj visočini.

u divljega kestena, javora i t. d. Nu niesu ni u iste biljke svi članci jednako dugi, i poslije kratkih članaka sliedi najednom vrlo dugački. To vidimo osobito u raznih **trputaca** (*Plantago major, media* i *minor*), što su vrlo obične biljke na našim ledinama. Na tlu se nalazi ružica od lišća: članci su ovdje vrlo kratki i listovi

se nalaze jedan do drugoga. Izmedju listova izbiju grančice, kojim je prvi članak i preko pedlja dugačak a na vrhu imade opeta vrlo kratke članke i na svakom uzliću po jedan cvjetić. Slično vidimo u **agava** (Agave americana, sl. 18.), koje se često goje za ures, a u Dalmaciji ih imade dosta podivljalih. I u ove se biljke veliki, mesnati listovi jedan drugoga dotiču, jer su članci od stabljike vrlo kratki, radi toga i ne vidimo iz vana same stabljike. Kada je biljka 20—30 godina, a kako neki hoće, i 100 godina stara, izbije iz ružice vrlo dugačka stabljika, koja na vrhu nosi vrlo mnogo cvjetova. Na ovoj su dugačkoj stabljici članci vrlo dugački, dočim su sami listovi mnogo manji i kožnati.

Duljina stabljike, a po tom i veličina same biljke vrlo je različita: najsitnije su od poznatih savršenijih biljaka neke vrste okrieka, a medju njima *Wolffia arrhiza*, koja dolazi i kod nas uz druge okrieke (*Lemna*, Wasserlinse, *lenticchia d' acqua*) u vodama stajačicama, te znade velike površine u barama pokrivati. Stabljika je u spomenute Wolffije jedva jedan i po centimetra dugačka. Pomislimo sada s druge strane na naše šumske gorostase ili na Sequoiu i Eucalyptose, što su već u prijašnjem svezku ove knjige opisani. Nu jošte veću dužinu postizava stabljika od nekih paoma, što se penju po drveću u tropskim šumama. Najdulji su upravo rotangi (*Calamus rotang* i druge vrste), od kojih stabljiku svatko poznaje pod imenom španjolske trske. Ove penjačice znadu i do 200 metara u duljinu izrasti. Uzporedimo li duljinu one maljušne Wolffije s ovom od rotanga, to vidimo, da ova nadvisuje u okruglom broju preko sto i pedeset tisuća puta onu!

II.

Kako je stabljika sagradjena od stanica? — Tjenica, kora. — Srčika. — Cievni svezci. — Kako raste stabljika u duljinu i debljinu?

U našem družtvu nije moguće, da svatko obavlja sve poslove: i da si sam jelo pripravlja, i da gradi orudje i oružje i drugih bezbroj još posala da obavlja. Već radi samoga vremena nije nam to moguće. Kod naroda, koji stoje na nižem stepenu kulture, gdje pojedinci nemaju velikih potreba, moguće je to još. Nu kako nastaju u kojem narodu veće potrebe, tako nastaje i nužda, da si pojedinci podiele posao. Jedni imadu jedan posao obavljati a drugi

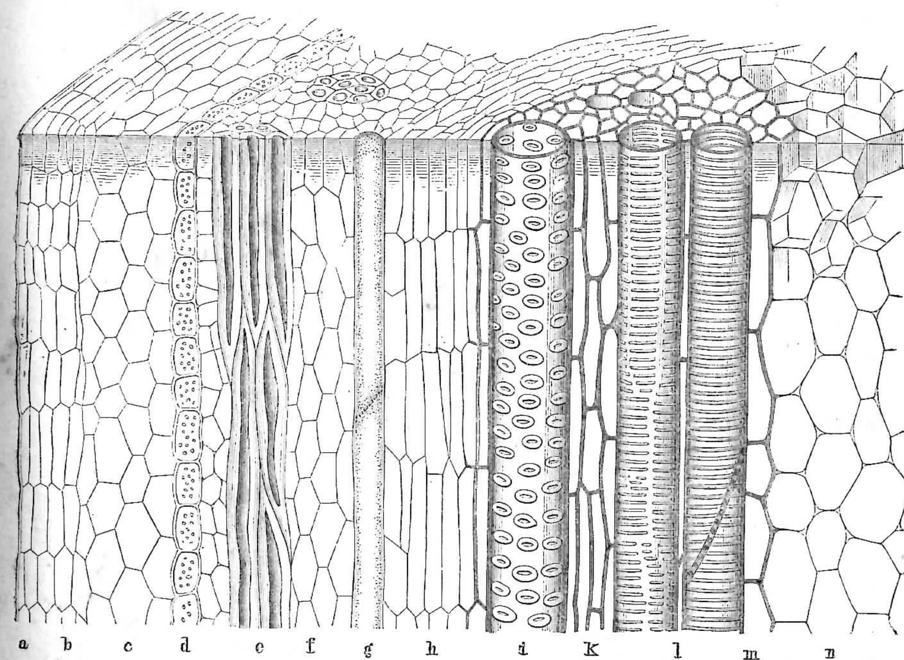
drugi, i jedni izmjenjuju s drugima svoje rukotvorine i na taj način svak dobije sve, što mu je za život potrebno.

Slično nalazimo i kod stanica biljnih. Kod najnižih biljaka, kao što su rezine i gljive, sastoji tielo od samih jednakih stanica. Ove su kao i ljudi u naroda, što je još na nizkom stepenu kulture. Svaka obavlja sve poslove, što su joj nuždni za život: i sama skrbi za hranu, i sama je pripravlja, sama je troši, i sama se za svoje potomstvo brine. Drugojačije je kod višega bilja. Tuj su si stanice podielile posao: jedne uzeše da surovu hranu pribavljaju, druge da je odvode k trećim stanicama, koje će je priugotoviti; jedne se skrbe, da one zaštite od nepogoda vremena, a druge za stvaranje potomstva i t. d., a sve uživaju plodove zajedničkoga rada u jednakoj mjeri. Nu kako imade svaka stanica drugi posao obavljati, to se ona morala i svome poslu priudesiti i prema tome poslu imadu stanice i oblik svoj. Kao što imade u tvornici više zanatlija iste vrste na okupu, tako se i u biljnom tielu poviše stanica, kojim je jednak posao, skuplja u kupove t. zv. staničevine (Zellgewebe, *tessuto cellulare*). Za sada ćemo nastojati, da upoznamo kako je od staničevina i stanica sagradjena stabljika, da možemo shvatiti zadaću njezinu u tielu biljnom.

Površina je mlade stabljike, kao i u lišća, pokrivena posebnim staničjem, koje je uzelo zadaću na sebe, da stabljiku štiti od vanjskih nepogoda. Na mladim grančicama drveća i grmlja, i na stabljikama svih zeleni površne stanice čine t. zv. tjenicu. Da bolje razumijemo sliedeće, valja nam imati sliku 19. pred očima. Na slici je naslikan izrezak iz grančice neke biljke, dvje sta puta povećan. Pomislimo kakvu grančicu poprieko prorezanu i za tim uzduž. Na slici vidimo uzdužni prosjek i komadić poprečnoga. Kod *a*. imademo tjenicu. Ova sastoji iz stanica pločastih, kojim je vanjska kožica obično vrlo debela. Osim toga je kožica ova tako ustrojena, da ne propušta vode ni vodenih para. Tjenici je ponajveća zadaća, da očuva stabljiku od suvišnoga gubitka vode, t. j. da se ona ne osuši. Da se može staničje, što je izpod tjenice, prozračivati, nalaze se medju pojedinim stanicama tjenice maleni otvori t. zv. puči, koji se mogu prema potrebi otvorati ili zatvorati. Nu kako se puči u najvećem broju nalaze na listu, to ćemo se radije tamo na njih obazrieti. Izpod tjenice (*b*. i *c*.) nalazi se više slojeva stanica, koje su obično pune zrnaca listnoga zelenila, od česa mladim grančicama zelena boja.

Kod debljih grana i kod debala preslabu bi zaštitu davala

onako nježna staničevina kao što je tjenica. Tjeničine stanice ne mogu dalje rasti. Kada grana u debljinu raste, ne može ona sliediti u rastu nje, zašto se ona raztrga i izpuca. Izpod nje se stvorile stanice medju tim (na slici iz stanica *b*.), koje će bolje zadaći odgovarati. Ova je staničevina poznata pod imenom kose. Većinom sastoji od plutastih stanica, i pluto, čim boce čepimo, i nije drugo do ovakva kora hrasta plutnjaka (*Quercus suberifer*). I kao što se mi služimo u takvom slučaju plutom, da zapriečimo izhlapljivanje



Sl. 19. Komadić grančice. (Povećan 200 puta.)

tekućina, koje hoćemo u bocama sačuvati, tako se isto i biljka služi plutom, kojim se odieva stabljika. Kroz stabljiku teče vodenasti sok iz koriena do lišća. Kako smo čuli, znade biti put vrlo dugačak i do 200 metara. Sok prilično polagano teče u stabljici. Da nema stabljika nikakove kore ili u obće takovih stanica na svojoj površini, koje ne propuštaju vode, moglo bi se uz znatnu toplinu dogoditi, da se vodeni sok prije izpari no dodje do lišća. Da se to ne zbude, dala je priroda biljci nepromočivo odielo u

kori, koja ne propušta soka, što ga je korien upio a što ga imade stabljika provoditi do lišća.

U stabljici imade mnogo živih stanica sa živom prasluzi, a sve što živi treba zraka za disanje, jer kako ćemo čuti kasnije, i biljke dišu kao i životinje. Kada bi stabljika bila posvema sa plutastim stanicama zatvorena, težko bi mogao dolaziti do onih živih stanica svježi zrak, i one bi morale doskora uginuti. Kod onih česti biljke, što su tjenicom pokrivene, čuli smo, da imade osobitih otvora, kroz koje može prolaziti zrak. Isto tako nalazimo i na stabljikama sa korom otvore za prozračivanje a zovu ih gubičicama *(lenticellae)*. Motrimo li granu od bazge, vidjet ćemo u kori do centimetar dugačke brazgotine, kojim su rubovi kao usnice nabubrali. Ove su brazgotine dužinom po stabljici poredane, a u nekih biljaka, n. pr. u breze, poprieko. To su upravo one gubičice, koje služe prozračivanju biljke. Otvor ovih gubičica obći sa prostorima, što se nalaze medju stanicama u stabljici, kuda može svježi zrak doprieti do svake stanice, koje zraka trebaju. Jer se ne dotiču sasma pojedine stanice, već se nalazi, osobito gdje se tri ili više stanica sastaju, prostor, koji je ponajviše zrakom izpunjen, a zovu ga postaničnim jašicama. Te postanične jašice obće medjusobno a i s gubičicama i s pučima, a po tom i s vanjskim uzduhom. Kora je u mladosti svojoj obično gladke površine. Obično biva da ona ne može sliediti rast stabljike u debljinu, i s toga ona izpuca u duljinu, kao što vidimo staru koru na deblu hrastovom. U nekim se biljkama odlupljuje dapače redovito stariji dio kore, kao što se to nalazi na vodoklenima *(Platanus)*, koje često sade na šetalištima (n. pr. na Zrinjevcu u Zagrebu), gdje se svake godine lupi čitava kora u velikim krpama sama od sebe, ili opeta na lozi vinovoj, gdje se trgaju dugačke vrpce od kore, ili na trešnji, gdje odpada kora kao prsteni i t. d. Čuli smo, da kora sastoji ponajviše od stanica plutenastih, koje vode ne propuštaju. Sve stanice u stabljici dobivaju potrebnu vodu iz koriena kroz samu stabljiku i tuj teče kroz osobite drvenaste cjevčice. U deblje kore ne će moći one stanice, što su izvana, dobivati potrebne vode, jer je unutarnje stanice kore ne propuštaju i radi toga će morati one iz vana uginuti i odlupiti se u nekoga drveća, kako smo prije spomenuli.

Prerežemo li kakovu zeljastu stabljiku, vidjet ćemo već prostim okom na prierezu po više tamnijih mjesta kao nekakove pjege. Na uzdužnom prierezu možemo vidjeti, da idu uzduž stabljike kao nekaki konopci a one pjege, što ih vidimo na poprečnom prierezu niesu drugo do prierezi ovih konopaca. Na uzlićima možemo opaziti, kako se ti konopci, koje zovu cievnim svežčićima, razgranjuju, kako se neki ogranci srašćuju sa susjednim ograncima, a drugi opet — po jedan ili po više njih — kako zalazi u list, gdje se razgranjuje u sve finije žilice, kod raznoga bilja na razan način. Svakome su te žile ili rebra, kako ih zovu, poznate na listu. Pod sitnozorom vidimo, da spomenuti cievni svežčići sastoje ponajviše od cjevčica, koje smo već prije opisali (str. 24.), koje se odlikuju osobitim odebljanjima stanične kože: prstenastim, zavojnim, mrežastim odebljanjima ili sa piknjama s dvorom. Kako ove cjevčice dolaze uviek u drvu i obično su njegov glavni sastav, zovu ih drvenim cievima. Ovakove ciev postaju, kako smo već prije spomenuli, od niza stanica, kojim je kožice nestalo, što dieli jednu stanicu od druge i samo u velikim razmacima znade ostati. U crnogorice ne nalazimo ovakih drvenih cjevčica, već u mjesto njih dugoljaste stanice, koje imadu takodjer isto onaka odebljanja, kao i drvene ciev i to ponajviše imadu piknje s dvorom. Ovakove stanice i drvene ciev čine drveni dio ili drvo od cievnoga svezka, (sl. 19. *i, k, l, m*) koje je uviek okrenuto prema sredini stabljike. S vanjske strane drva nalazi se u cievnom svezku dio, što ga zovemo likom (Basttheil, *corteccia*) (na slici 19. *e, f, g*). Ime je dobilo od osobitih likovnih stanica (na slici *e*), koje su vrlo produljene sa vrlo odebljanom kožom, i obično su zrakom napunjene. Ove stanice, kako ćemo malo niže spomenuti, imadu glavnu zadaću, da biljci čvrstoću daju. Osim ovih likovnih stanica imade u liku još osobitih dugačkih ciev sa tankom kožom, u kojim se nalazi nekakova bjelančasta tvar. Ciev su ove pretinjene u stalnim razmacima i pretinci su probušeni poput rešeta, česa radi ih i zovu rešetnicama (na slici 19. *d*). Zadaća je ovim rešetnicama, da provode bjelančaste tvari iz lišća po čitavoj biljci. Iz toga vidimo, da su cievni svezci sagradjeni u glavnom od drva i lika: drvu je zadaća, da provodi vodu s raztopljenim hranivim solima iz koriena do lišća, a liku da obratno gotovu hranu iz lišća odvodi do onih česti biljke, koje je trebaju, a jedan dio njegov služi za učvršćenje biljke.

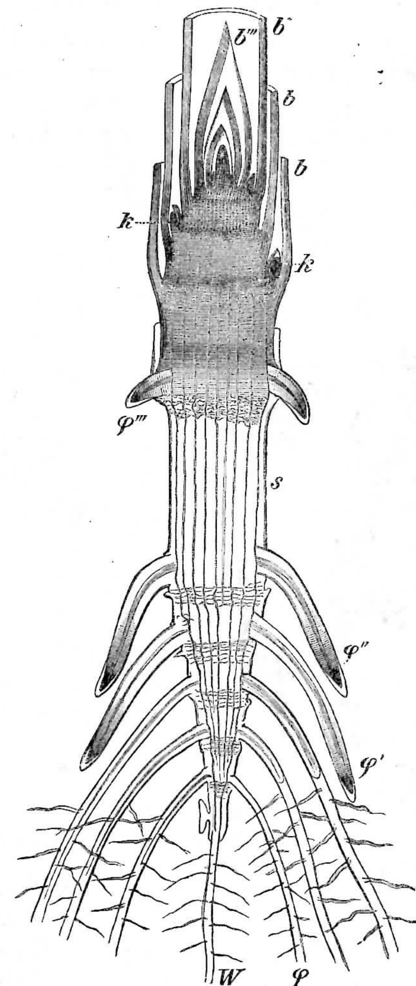
Cievni su svezci u stabljici smješteni obično tako, da ih na prierezu vidimo u krugove poredane ili su pak n. pr. kao u svih trava (graminea) i paoma bezredno ponamješteni. Sav prostor, što preostaje od tjenice ili kore i od cievnih svezaka, izpunjen je

srčikom, (sl. 19. *n*) koja sastoji ponajviše od okruglastih stanica tankih kožica. Srčikine stanice izpunjene su ponajviše skrobom ili kadkada i sladorom. U vrućim krajevima vade ljudi skrob iz srčike nekih biljaka, i upotrebljuju ga za hranu. Tako dobivaju sago, koji nije drugo do li skrob iz srčika nekih paoma na sundajskim otocima *Metroxylon Ramphii, Arenga saccharifera* etc.) i dovažaju ga i u Europu. U srčiki sladorne trske (*Sacharum officinarum*) izpunjene su stanice sladorom, koji takodjer ljudi vade i upotrebljuju.

Gdje postaju svi ovi dielovi, od kojih je stabljika gradjena? Znademo, da se stanice stvaraju, od kojih je korien sagradjen, na vrhu njegovom. Tako se isto stvaraju stanice, od kojih je mlada stabljika sagradjena, na njezinom vrhu. Tuj se nalaze vrlo nježne stanice pune prasluzi, koje se neprestano u dvoje diele i tako stvaraju stanice za tjenicu, srčiku i provodne svežčiće. Kada na vrhu stabljičinom postanu od jedne stanice diobom dvie nove, to su ove iz početka vrlo sitne i malene. Jedna od njih, koja je bliža vrhu stabljičinom, može se opeta dieliti, dočim koja je dalje od vrha, obično toga više ne može, ali za to ona može rasti i veoma povećati svoj objam. Kada raste, mienja i svoj oblik i udešuje se prema svojoj zadaći, koju imade kao odrasla obavljati. Izpod vrha rastu najjače stanice, i ovdje će biti, kako znademo i za korien, najjači rast stabljičin. Nu ipak se razlikuje u rastu u duljinu korien od stabljike: ova naime može rasti u duljinu i na mjestima, koja su znatno udaljena od vrha stabljike. Ako uzmemo mladu biljku od kukuruze (vidi sl. 20.) i odlupimo lišće od stabljike, vidjet ćemo kako je članak nad svakim uzlićem vrlo mekan, dočim je mnogo više sasma razvijen i prilično tvrd. Onaj mekani dio sastavljen je od stanica nježnih, koje jošte rastu. Tako isto nalazimo i kod drugih trava i drugoga našega bilja. Ovdje je medju izrasle česti stabljike umetnuta jedna čest, koja može rasti i produljivati se. U tom se razlikuju stabljike od koriena, jer kod njega nema ovakovih umetnutih mjesta, koja bi mogla u duljinu rasti.

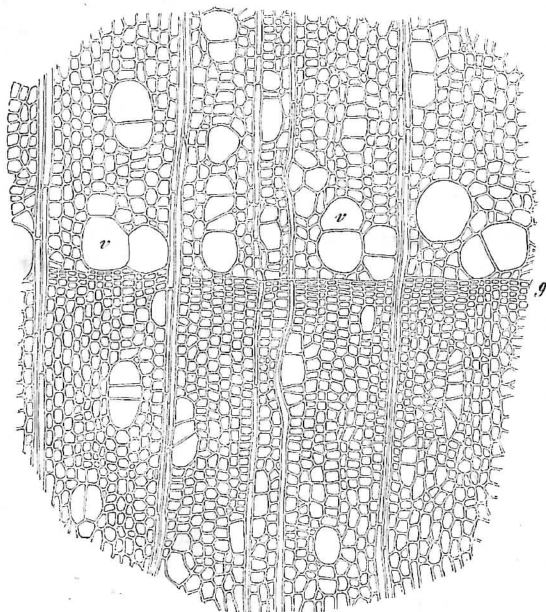
Nu ne rastu biljke samo u duljinu, već mogu i znatno u debljinu rasti, kao što sve naše drveće i grmlje. Izmedju drva i lika nalazi se u cievnim svežčićima staničje, koje se isto tako može dieliti i stvarati nove stanice, kao što i ono na vrhu koriena i stabljike, a zovu ga znanstveno kambijem (sl. 19. *h*). U grmlja i drveća stvara kambij nove stanice za drvo i liko, koje se naslažu na one, što su već prije stvorene. Krošnja se razgranjuje, postaje

svake godine većom, a toga radi mora i stabljika postajati čvršćom, da može veći teret podnositi, i opet moraju biti putovi, kojim će hrana dotjecati do lišća, mnogobrojniji, kao što i grad, koji imade vodovod, pomnaža cievi za dovadjanje vode, ako postaje veći. Kada u proljeće topli sunčani zraci probude čitavu prirodu iz težkoga zimskoga sna, stanu i u biljci kolati sokovi, koji pokazuju, da je i ona oživjela. Osobito nastane u kambijskim stanicama drveća i grmlja živahno: stanice se neprestance diele, stvaraju nove stanice, ove rastu, prasluz u njima izgradjuje stiene, odebljava im stiene, ostavlja malene prozorčiće pikneje, ili opeta razapinje na stieni, koju je tankom ostavila, grede, koje će priečiti, da se ne sruši tanki zid — radi se brzo, jer treba načiniti kanale, kuda će moći teći hrana. Na drvo, koje je već prošle godine sagradjeno, naslažu se nove stanice, a isto tako i na liko, nu stanicâ za drvo mnogo više postaje, nego li za liko, što je napokon svakomu poznato, jer znademo, da je liko zajedno sa korom vrlo tanko u razmjeru prema debljini drveta. U proljeće i ljeti treba biljka više sokova iz zemlje, no u jesen, jer ih tada mnogo više gubi no u jesen. S toga je i razumljivo, zašto su drvene cjevčice, što su u proljeće i početkom ljeta postale, šire, no one, što su izrasle u jesen, jer će



Sl. 20. Kukuruza (uzdužno prerezana). *b* su odrezani listovi; *s* stabljika; *W* i φ korieni. Tamnija mjesta pokazuju, gdje biljka jače raste. Crte, što idu kroz *k* u korienje, cievni su svezčići.

kroz široke cievi moći laglje i više soka proteći no kroz uzke (slika 21. nam pokazuje, kako se dotiču stanice u drvetu od dviju godina). Kako sastoji drvo proljetno i ljetno od stanica širokih a tankih kožica, a ovo jesensko od uzkih sa debelim kožicama, tako će se moći jedno i drugo razlikovati svojom tvrdoćom: jesensko će biti tvrdje i gušće od proljetnoga. U jesen završuje kambij stvarati nove stanice i pod zadnje je on stvarao same stanice uzke i debelih stiena; u proljeće će se početi na ove odmah naslagati stanice široke i tankih stiena, i tako ćemo i samim okom moći vidjeti,



Sl. 21. Prierez kroz drvo od krušine (Rhamnus frangula; jako povećano). *g* medja medju prošlogodišnjim i ovogodišnjim drvom; *v* drvene cievi.

što se je od drva jedne a što druge godine stvorilo. Na prierezu kroz koje god naše drvo vidjet ćemo kolobare, što ih zovu godovima. Svaki se ovaki god stvorio u jednoj godini, i baš ih toga radi možemo razlikovati, što se stvaraju kroz godinu različite širine i čvrstoće stanice. Pošto se svake godine stvori jedan god, to možemo po broju njihovom znati, kako je drvo staro. Po debljini samoga stabla ne možemo zaključivati na starost njegovu, jer ne raste svako drvo jednako u debljinu: kod nekih su naime godovi mnogo tanji no u drugih.

Prije smo spomenuli, da se u biljkama zeljastim nalaze cievni svezci, koji izgledaju kao konci, koji teku duž stabljike, a njihovi ogranci idu u lišće, gdje se razgranjuju na različit način u podobi žila i rebaraca. I u mladim grančicama drvenastih biljaka, dok su još zeljaste, nalazimo isto takove konce cievnih svezaka, koji zauzimlju maleni dio stabljike. Nu spomenutim odebljavanjem izpuni malo po malo drveni dio gotovo svu stabljiku. U početku zauzimlje najveći dio srčika, nu kasnije izčezava ova prema drvu. U starijoj grani vidjet ćemo srčiku vrlo malenu u sredini stabljike, a iz ove kako izlaze radijarno na sve strane sve do kore trakovi, što ih zovu srčikini traci. Ovi su traci postali u početku od one srčike, što se nalazila izmedju dva susjedna provodna svežčića, a kada se odebljavalo drvo, stvarao je kambij i stanice, koje su nastavljale na već postojale srčikine stanice i tako ih produljivale. Zadaća je ovim tracima, da mogu sokovi po potrebi i do kambija i do kore dotjecati, jer su stanice u drvu sve uzdužno poredane, dočim su u tracima radijarno. Zimi opeta, dok ne kolaju sokovi, služe kao spremišta za skrob, što ga je biljka u jesen spremila, da ima potrebne gradje u proljeće pripravljene, kojom će moći izgradjivati nove grane i lišće, dok ovo tako ne ojača, da će moći samo stvarati hranu. Skroba imade u drvetu zimi vrlo mnogo, i po tom je razumljivo, zašto je bolje drvo sjeći za ogrjev zimi no ljeti, jer će ono imati više goriva no ljetno, pošto ovo nema u sebi skroba. Uz to je još jedan razlog, zašto je zimi bolje sjeći drvo: što u ljetu imade u njemu više vode no zimi, kada ne kolaju u njemu sokovi, te će se zimsko drvo laglje osušiti no ljetno.

III.

Staničje, što daje čvrstoću biljci. — Kostur biljni. — Nešto iz nauke o čvrstoći. — Nekoliko primjera biljnoga kostura.

Motrimo li bilje na polju, kada ga jak vjetar ljulja, moramo se diviti čvrstoći njegovoj: slabu na oko biljku vjetar gotovo do zemlje sagne, a ona se i opeta uzdigne, čim vjetar popusti. I najveće drvo može jak vjetar previnuti, kao vlat, ali ovo se opeta upravi, tek što vihor popusti. Kada bi tielo biljno bilo sagradjeno od samih mekanih stanica, kao što je na pr. srčika, ili kako je na pr. tielo gljiva sagradjeno, i slabiji bi vjetar raz-

lomio svaku veću biljku: od šume ne bi poslije neznatne bure preostalo do samih krhotina i trunja, a onako bi se tanke travke, a uz to razmjerno visoke, kakove rastu po našim livadama i poljima, i kod najmanjega vjetrića razlomile. Koliki opeta silni teret mora podnositi razmjerno tanko stablo drveća noseći na sebi krošnju, koja važe više tisuća kilograma! Koliki tek teret mora podnositi biljka, kad se na njoj razviju plodovi. Pomislimo samo na tikvu, što se penje, koliki mora ona teret podnositi, kad na njoj porastu plodovi, koji znadu i centu težki biti, a kako nam se ona čini slabom!

I tielo životinjsko je sagradjeno većinom od mekanih, slabih na oko stanica, pak ipak koliku jakost pokazuje! U tielu životinjskom imade posebnih organa, koji mu daju čvrstoću, a to je kostur. I u biljnom tielu imade posebno staničje, koje mu daje čvrstoću, na koje se naslanja ostalo staničje, koje nema dovoljno čvrstoće, kao što se u životinjskom tielu na kostur pričvršćuju mišice i drugi slabiji organi. Ovo staničje možemo s toga takodjer nazvati biljnim kosturom.

Motrimo li biljni kostur, vidjet ćemo, da je on načinjen po istim pravilima, kojih se i mjernici i graditelji drže, kad hoće da sagrade bud most kakav, bud koju gradjevinu. I priroda a i mjernici i graditelji drže se pravila, da sa što manje gradiva što je moguće veću čvrstoću poluče. Da uzmognemo laglje razumjeti ustroj biljevnoga kostura, to ćemo ovdje najprije prikazati iz nauke o čvrstoći ono, što je baš za našu svrhu najnuždnije, jer i temelje ove nauke nalazimo ostvarene u kosturu biljnom.

Uzmimo, da imademo četverobridni stup čvrsto zabit u zemlju, a na gornjem kraju njegovom da smo privezali jako uže, na koje će potezati jaka kakova sila, koja će nastojati stup svinuti. Da se ne prelomi, mora biti čvrst za priegib, ili kako bi mjernici kazali, mora imati priegibnu čvrstoću. Ona strana stupova, što je okrenuta od sile, morat će se produljiti, dočim će se suprotna morati skratiti. One čestice, što su bliže središtu stupovom, produljivat će se ili skraćivati manje, i one, što su upravo jednako udaljene od prednje i stražnje strane stupove, ne će se ništa mienjati. Po tom vidimo, da na njih i ne djeljuje sila. Za priegibnu čvrstoću stupovu niesu po tom srednje čestice od važnosti. Iz toga vidimo, hoćemo li načiniti stup ili tram kakvi, koji mora biti čvrst za priegib, a kod toga moramo štediti gradivom, da ćemo najveći dio gradiva smjestiti na ona mjesta, gdje su u našem primjeru najjače bile

čestice raztezane i stezane. U tu svrhu načine gradivo na spomenutim mjestima u obliku dviju dasaka, koje spoje jednom trećom, i takav se aparat zove nosiocem, a budući da u prierezu izgleda kao dvostruki T (I) zovu ga i T-nosiocem, ili ako je sličan više slovu I, I-nosiocem. Ove obje daske (u I vodoravne crte) zovu se priepasom. Svatko može vidjeti takove nosioce na željeznim tramovima, što se u novije doba u kuće meću, ili na kakovom željeznom mostu ili na željezničkim tračnicama, gdje se nastoji, da se sa što manje željeza što veća čvrstoća postigne. Onaj dio nosioca, što spaja oba priepasa, može biti i od slabijega gradiva načinjen, no što su oba priepasa, ili može se načiniti i od manjeg gradiva spajajuć oba priepasa rešetkom.

Ovakav nosilac, kako smo ga sada opisali, može služiti u onom slučaju, ako sila djeluje samo jednim smjerom, koji je okomit na oba priepasa. Nu drugačije će biti, ako mora biti neki stup tako sagradjen, da on može odolievati sili, ma djelovala kojim god smjerom na nj, kao što nalazimo na biljevnim stabljikama, na koje vjetar raznim smjerom duše, ili kako su stupovi u gradjevinama, koji imadu velike teret podnositi, i radi toga bi se lasno mogli postrance svinuti i puknuti. To će se načiniti, ako uzmemo više jednostavnih T-nosilaca, koji se tako ponamjeste, da su svim priepasi jednako udaljeni od zajedničke osi (✠), tako da će sastavljeni nosilac izgledati na prierezu kao višetraka zviezda. Ako uzmemo mnogo nosilaca, to možemo susjedne priepase medjusobno spojiti, a tada se mogu priečke, što spajaju po dva priepasa, posve izpustiti. Nosilac će tada dobiti oblik šupljega valjka i on će biti čvrst za priegib u svim smjerovima. Po ovom se načelu prave željezni stupovi u gradjevinama, kandelabri sa svjetiljke itd.

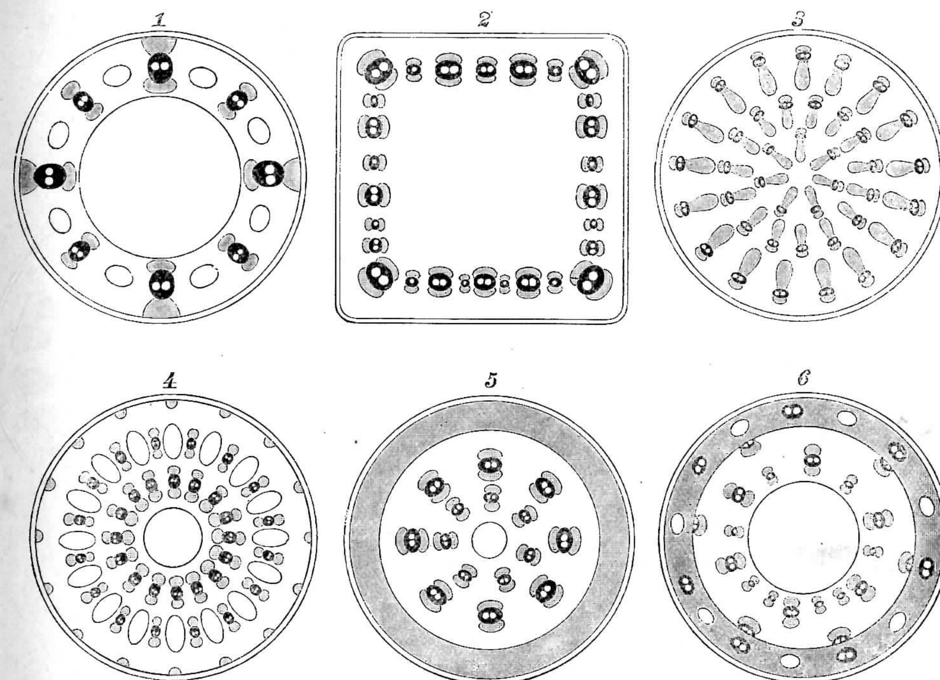
I priroda se drži gradeći kostur biljci istih ovih načela, što smo ih naveli: ona nastoji da sa što manje materijala što je moguće veću čvrstoću postigne. Prije no što ćemo navesti nekoliko primjera kostura biljnoga, moramo kazati nešto o materijalu, iz kojega je sagradjen. Stanice, od kojih su naše kosti sagradjene, imadu vrlo debele kožice, koje im daju čvrstoću. Isto tako vidimo i u stanicama, od kojih je biljni kostur sagradjen, kožice odebljane, dapače u nekim nestane podpunoma prostora, u kom se prasluz nalazila (sl. 19. *e*). Ovakove su stanice — koje zovu likovim vlakancima — vrlo produljene, i neke od njih spadaju medju najdulje stanice u biljnom svietu. Obično im nije duljina veća od

jedne stotinke milimetra, nu u naše velike koprive *(Urtica dioica)* naraste do 77 milimetara, dočim bude u kitajskoga lana *(Bohemeria nivea)* i do 220 milimetara dugačka, svakako ogromna duljina za onako sitna tjelešca, kao što su u obće stanice! Ovaka likova vlakanca ne dadu se odviše raztezati i s toga ne bi bila zgodna za učvršćenje onakih čestí bilja, koje moraju još u duljinu rasti, kao što to dolazi u mnogoga našega zeljastoga bilja, kojemu stabljike daleko od vrha mogu u duljinu rasti, kao što smo to prije spomenuli. U ovakim čestima nalazimo osobitu vrst stanica, koje su mnogo raztezljivije od običnih likovih vlakanaca, a zovu ih znanstveno kolenhimom. I te su stanice vrlo produljene, i izgledaju kao dugački bridnjaci, četverostrani ili peterostrani ili šesterostrani itd. Ovim nije kožica odebljana svuda jednako kao u likovim vlakancima, već samo na bridovima, dočim je ostala čest posve tanka. Ako smo uzporedili likova vlakanca sa stanicama, od kojih su sagradjene kosti životinjske, to možemo kolenhimove stanice uzporediti sa stanicama rskavice: dok još tielo životinjsko raste, mora mu i skelet biti raztezljiv, što se postizava rskavicom, kao što u bilja kolenhimom.

Čvrstoća je likovih vlakanaca i kolenhima vrlo znatna, što i odgovara njihovoj svrsi. Ovim se svojstvom i ljudi koristuju, praveći od lika raznoga bilja tkanine i užeta, kao na pr. od lanenoga, konopljenoga, od spomenutih kopriva i mnogoga drugoga bilja. Pokusima se našlo, da čvrstoća likovih vlakanaca ne zaostaje ni za čvrstoćom željeza pače ni za čvrstoćom čelika. Konac od svježih likovih vlakanaca, koji imade u prierezu jedan četvorni milimetar, može prema tomu, od koje smo ga biljke učinili, 15—20, u nekim slučajevima pače i 25 kilograma nositi, a da se konac kod toga trajno ne raztegne, već primi opeta svoju prijašnju duljinu, čim smo s njega teret odstranili. Željezna ili čelična žica od istoga priereza može 13—24 kilograma podnositi, a da se kod toga trajno ne raztegne, po čem vidimo, da čvrstoća likovih vlakanaca ne zaostaje mnogo za onom od željeza i ocjeli. Ipak je jedna znatna razlika u čvrstoći likovih vlakanaca i željeza. Ako se liko jače obtereti, to će se tim i trajno raztegnuti, i tada ga neznatni priteg prekine, dočim se željezo može mnogo više obteretiti, čim će se dakako trajno raztegnuti, ali će još mnogo veći teret moći podnositi, a da se ne će prekinuti; na pr. kovko željezo iste debljine istom će se kod 40 kilograma prekinuti. I kolenhim može znatni teret podnositi, samo

što se on već sa 2 kilograma trajno raztegne, ali ipak može tek nešto manji teret podnositi no liko, kod česa ostaje dakako trajno raztegnut, kada skinemo utege.

U stabljikama zeljastih biljaka nalazimo nosioce u vrlo različitim kombinacijama. Priepasi se drže što je moguće dalje od središta, i samo tako mogu davati čvrstoću proti prelomu, jer kako

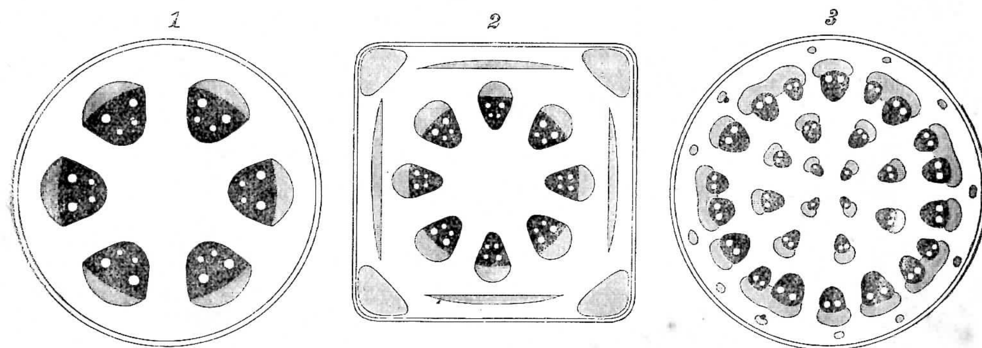


Sl. 22.*a* **Prierezi kroz stabljike.** 1. Sita (Scirpus caespitosus). 2. Silphium perfoliatum. 3. Crne bambuze (Bambusa nigra). 4. Pavira (Juncus glaucus). 5. Obične trske (Phragmites communis). 6. Sladorne trske (Sacharum officinarum). [U slici su crno s bielim točkama narisani cievni snopići, a sivo nosioci.]

smo prije spomenuli, čestice stupa, što se u sredini nalaze, indiferentne su, niti se raztežu niti stlačuju pregibanjem. Po tom vidimo, da ne bi od koristi po stabljiku bili nosioci, koji bi se nalazili samo u sredini stabljike. Priečke, što spajaju po dva priepasa, mogu biti sagradjene od lošijega materijala no sami priepasi. U stabljike su priepasi načinjeni od mekanih srčikinih stanica, ili dielomice od cievnih snopića, koji se vrlo rado prislanjaju

uz priepase od lika ili kolenhima, dapače često imadu cievni snopići, što idu sredinom stabljike, iz vana likovne stanice ili kolenhim, koji tada imade ponajglavniju zadaću, da ih zaštićuje (slika 22.a 3. i 22.b 3.).

A sada ćemo u kratko opisati samo nekoliko primjera, da se vidi, kako su u bilju oni principi mekanički, što smo ih više napomenuli, ostvareni. Na slici 22. a i b imademo shematično prikazano na prierezima od nekih stabljika, kako je smješteno staničje, što daje čvrstoću biljci. Na svim su slikama narisani cievni svežčići crno sa bielim točkama, a stanice kostura sivo. U slici 21.b 1. vidimo 6 priepasa u krugu, koji odgovaraju trim nosiocima. Prečke, što spajaju po dva priepasa, zastupaju ovdje, kao i u drugim slu-



Sl. 22.b Prierezi kroz stabljike. 1. Jednogodišnja grančica od lipe velelistne (Tilia grandifolia). 2. Biele mrtve koprive (Lamium album). 3. Datulje (Phoenix dactylifera).

čajevima, cievni svežčići i srčika, koja na slici nije naslikana. Ovako jednostavne nosioce imadu mladice od većine našega drveća, kao hrastova, vrba, javora, lipa (od koje i slika). Na slici 22.b 2. vidimo prierez kroz četverosrhu stabljiku biele mrtve koprive. Ovdje se nalaze prema sredini stabljike 4 nosioca sa 8 priepasa, koji su u krug poredani, a iz vana je pojačan svaki sa jednim još nosiocem. U stabljika od paoma nalazimo mnogo nosilaca u više krugova poredanih, kako nam to na sl. 22.b br. 3. na prierezu od stabljike datulje pokazuje. Na sl. 22.a 1. 2. 3. i 4. vidimo priepase kao nosioce razvijene, koji su takodjer u krug poredani, i možemo ih nazivati nosiocima drugoga stepena. Prečka je nosiocima drugoga stepena načinjena od cievnoga svežčića. Pod br. 5. i 6., kod obične i sladorne trske, nalazimo priepase postrance srasle čineći tako šuplji valjak, što

daje stabljici podpuno čvrstoću za priegib, kako smo prije spomenuli. U nutrini ovoga valjka nalazimo cievne svežčiće obkoljene takodjer priepasima, koji po svoj prilici služe više za zaštitu i podporu samim svežčićima, nego li stabljici.

Gore smo spomenuli, da samo mlade grančice od drveća imadu po principima graditeljskim sagradjeni kostur. U starijim granama i deblima našega drveća nemaju jedina likovna vlakanca zadaću, da učvršćuju biljku, već ju preuzme drvo, koje svojim objamom daleko nadmašuje liko. Budući da se drvo u drveća i grmovlja razvija kao solidni stup, ne nalazimo u njem oživotvorenih onih načela, što vladaju u graditeljstvu, naime, da se sa što manje materijala što veća čvrstoća postigne. Ono drvo, što je u sredini stabla, ne daje mu veće čvrstoće, i bez njega bi isto tako čvrsto drvo bilo, kao i s njim, što nam potvrdjuju šuplja stabla raznoga drveća. To bi se moglo pričinjati, kao da je priroda bila razsipna gradeći drveće. Nu ne smijemo zaboraviti, da je drvu drugotna zadaća, da daje čvrstoću biljci, a ono imade uz to još važniju, naime da provodi sokove.

III.

Voda putuje drvenim dielom cievnih svežčića. — Tlak korienov uzrok suzenja bilja. — Izhlapnja vode iz nadzemnih dielova biljčinih. — Tlak su korienov i izhlapnja sile, koje giblju vodu u biljci. — Množina izhlapljene vode.

U prijašnjem smo poglavlju vidjeli, da su korjenite dlačice, što upijaju vodu iz zemlje. Iz ovih dlačica putuje voda sa raztopljenim solima, što ih je iz zemlje sobom doniela, od stanice do stanice prema središtu korienovu, gdje se nalazi cievni svežčić, koji teče sredinom korienovom i koji prelazi u cievne svežčiće stabljike. Kako smo čuli, ovi se cievni svežčići okančaju u finim žilicama, što ih vidimo kao rebra na lišću. Kada dospije voda iz korjenitih dlačica do cievnoga svežčića, putuje njim i uzpinje se do lišća, iz kojega se izhlapljuje. Čuli smo, da cievni svežčići sastoje od dva diela: drva i lika. Drvo je baš onaj dio, kojim teče voda i to onim stanicama i cievima, što imadu ona zanimljiva odebljenja u podobi prstena, zavoja ili piknje sa dvorom. (Vidi sliku 19.)

Da voda kola iz koriena do lišća cievnim svežčićima, dade se na kakvoj zeljastoj biljci pokazati, ako prerežemo u kojoj god visini cievne svežčiće, dočim ostale stanice, kao tjenicu i srčiku

ostavimo po mogućnosti netaknute. Doskora ćemo vidjeti posljedicu ove operacije: ma koliko zalievali korien biljčin, lišće će joj a i same grančice, što su nad ovim mjestom, gdje smo svežčiće prorezali, doskora uvenuti. Isto nam pokazuje drugi pokus, ako naime damo korienju da upija kakovu boju, koja može lako prodirati kroz staničnu kožicu korjenitih dlačica. Ako je biljka, što smo je za pokus uzeli, prozračne stabljike, kao n. pr. od liepoga čovjeka *(Balsamina)*, vidjet ćemo doskora u njoj kako su bojadisani cievni svežčići, jer je njima voda tekla i ujedno sobom povela boju. Najjednostavniji je od svih pokusa taj, ako kakovom drvetu okolo naokolo ogulimo sve do drva koru blizu zemlje. Lišće na krošnji ne će uza sve to uvenuti, i na njemu ne ćemo promjene opaziti, barem neko vrieme, što nam pokazuje u ovom slučaju, da je drvo baš dio, kojim voda od koriena do lišća struji, dočim bi, ako bismo koru ostavili a drvo prorezali, naskoro lišće uvenulo.

A sada da vidimo, koja sila tjera vodu u biljci iz koriena do lišća. U životinjama tjera posebni organ hranive sokove po tielu — svakome je poznato, da srce svojim stezanjem i raztezanjem tjera krv velikom silom po tielu životinjskom. U biljci nema takvoga organa, koji bi odgovarao životinjskom srcu, njezino je tielo mnogo jednostavnije sagradjeno.

Poznat je pojav, što ga opažamo u proljeće na odrezanoj vinovoj lozi, što ga zovu suzenjem loze. Iz prerezane grančice vidjet ćemo, kako iztječe kaplja za kapljom bistre tekućine. Množina tekućine znade znatna biti tiekom nekoga vremena, (te je kadkada sabiru žene i njom peru svoje lice, misleći, da je to dobar liek od pjega, što se nekim na licu, osobito ljeti, pojavljaju); za tjedan dana može iz loze, koja imade u prierezu $2^1/_2$ cm., a koju smo prorezali u visini od $1^1/_2$, m. do 5 litara tekućine izcuriti. I na inom drveću opažamo u proljeće isti pojav: u svježim panjevima ili na presječenim granama vidjet ćemo, kako znatna množina bistre tekućine iztječe. Osobito velika množina znade iztjecati iz nekih biljaka u vrućim krajevima. Na Javi imade u vlažnim šumama biljaka, što ih zovu *Cissus*, koje su srodne s našom vinovom lozom, a isto se tako penju po drugom drveću, kao i naša loza. Iz prorezane loze ovih Cissusa iztječe za kratko vrieme tolika množina bistre, nešto hladne tekućine, da možemo za kratko vrieme napuniti njom čitav vrč, i ljudi je tamo upotrebljuju za gašenje žedje. I neke Araliacee, medju koje spada i naš bršljan, davaju veliku množinu tekućine, koju je moći piti, i neke od njih, što rastu u Indiji, zovu se upravo „biljevna vrela“ *(Phytocrene)*, i tamo ih upotrebljuju kao takova.

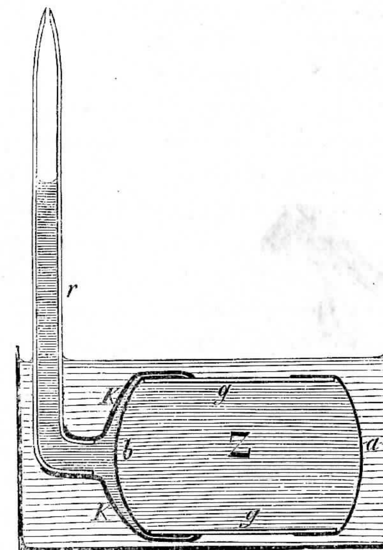
Ovaj sok, što ga vidimo kapati iz prerezanih stabljika najrazličitijega drveća i bilja, prima korien svojim dlačicama iz zemlje, a da se nije možda od prije nalazio u korienu, pokazuje nam, što je objam tekućine, što kroz prierez izcuri, mnogo veći od čitavoga koriena. Budući da on potječe iz zemlje, morat će sadržavati u sebi i soli, što ih je korien upio. I u istinu nalazimo u tom soku svih soli, što ih biljka treba za svoj rast: kalijevih, vapnenih, fosfornih i sumpornih soli Uz ove soli nalazi se u njem i spojeva, što su nastali u samoj biljci: kao tragova bjelančevine i sladora. Sok od nekih javora, osobito nekih u Sjevernoj Americi, imade prilično sladora, i u prijašnja su ga vremena vadili. I sok od breza imade nešto sladora, i u nekim krajevima Hrvatske sabiru ga, navrtavši njihovo stablo i piju ga. Osobito se mnogo ovakoga sladkoga soka dobiva, ako se proreže stabljika, što će cvjetove nositi, u spomenute agave američke *(Agave Americana)*, kada se počne razvijati. Za 4—5 mjeseci može se dobiti iz jedne jače agave do pô hektolitra tekućine, koja počne kipjeti kao i šira. U Mexiku sabiru taj sok i puste da prokipi, te ga piju kao u nas vino ili pivo, što se pije. Mexikanci zovu to svoje piće „pulque“, i o njemu je pobliže u prijašnjem svezku ove knjige kazivano.

Budući da mora sok kroz dosta dugi korien teći, dok ne dodje do prieréza, što smo ga na stabljici načinili, to moramo držati, da ga osobita sila tjera. Pokusima su našli, da može korien još mnogo više dignuti sok u biljci. Tako se je na pr. našlo, da ga u jačem čokotu od trsa može i preko trinaest metara u vis dići. Kod nižega bilja morao bi korienov tlak upravo i stiskati u podobi kapljica sok kroz lišće, da se on ne izhlapi od topline sunčane. Ipak i to opažamo u nekim slučajevima. Mnogi se je od čitalaca nasladjivao kapljicama rose, što ih za ljetnoga jutra vidjevamo na lišću, motreći ih kako se na jutarnjem suncu prelievaju u svim mogućim bojama. Na travama ćemo vidjeti poveće kapljice, osobito na brku od lišća, a na drugom bilju na rubu lišća i to osobito na šiljcima od zubaca, ako je list nazubljen ili napiljen. Obično se misli, da potječe sva rosa od pare, što se nalazila u zraku, koja se kroz hladnu noć oborila na bilje i na druge predmete. Nu za one kapljice, što

se nalaze na rubovima i brkovima lišća, znade se, da potječu iz same biljke. Ako iza toploga ljetnoga dana nastupi hladna vlažna noć, ne će moći lišće izhlapljivati onoliko vode, koliko je kroz dan, a budući da korien neprestano dovodi novih sokova, te ih tlači odozdo znatnim tlakom, to će voda nastojati, da izadje gdjegod napolje. Na onim mjestima, gdje se nalaze kaplje na lišću, imade otvora, sitnih dakako, da ih samo sitnozorom možemo vidjeti, i kroz ove otvore izilazi sok napolje i tu se nakupi u poveću kapljicu. I umjetno možemo proizvesti u svako doba ovaj pojav. Uzmimo kakovu biljku u loncu zasadjenu, pak joj stabljiku sa lišćem pokrijemo staklenim zvonom, tako da sasma odielimo zrak izpod zvona od vanjskoga, te će se toga radi malo po malo zasititi vodenim parama, što izlaze iz biljke i iz zemlje. Lonac sam malo ugrijemo i tim i sam korien, jer tada će i korien najjače tlačiti sok. Za malo ćemo vidjeti na rubovima i na brku lišća kako izilaze kapljice, koje postaju sve veće, dok se ne odkinu i ne odpadnu, a na njihovo se mjesto stane stvarati nova kaplja. I taj pojav tumačimo tako, da korien tlači sok, što ga je upio iz zemlje, u lišće, a budući da se ne može iz njega izhlapiti, pošto je zrak zasićen parama, to će ga kroz spomenute pukotinice iztiskati napolje.

Kakova je to sila, kojom može korien tako znatni tlak izvesti? Navest ćemo jedan pokus, koji će nam razjasniti korienov tlak. Slika 23. će nam olakšati shvaćanje toga pokusa. Uzmimo široku ciev (*Z*), kojoj jedan kraj (*a*) zavežemo dvostrukim životinjskim mjehurom, a drugi (*b*) jednostrukim. Na ovaj kraj pripojimo uzku ciev (*r*), koja će stajati okomito. U široku ciev (*Z*) metnemo raztopinu kakove soli ili sladora, i sav aparat stavimo u posudu sa čistom vodom. I raztopina u cievi i voda u posudi odieljene su jedna od druge životinjskim mjehurom, koji propušta tekućine. Raztopina će mnogo više primiti izvana vode, nego li će nje izaći u posudu, i toga radi će se mjehuri naduti, jer će na njih iznutra tlačiti tekućina. Budući da je u *b* samo jednostruk mjehur, to će ovuda laglje moći izlaziti tekućina napolje nego li kod *a*, gdje je dvostruk, i vidjet ćemo kako će se ondje u pripojenoj cievi sve više raztopine nakupljati i dizat će se sve više u vis. Ovako se tumači i tlak korienov. Ona široka ciev (*Z*) predočuje nam stanicu biljevnu. Znademo, da su obavite kožom, koja većinom propušta vrlo lako vodu. U odrasle stanice nalazimo uz kožu sloj prasluzi, a u sredini stanični sok, koji imade u sebi raztopljenih soli, raznih

kiselina, sladora itd., sve tvari, koje isto tako djeluju kao i ona raztopina u prije spomenutom pokusu. Dočim stanična koža propušta i unutar stanice i napolje jednako vodu, to sloj prasluzi, dok ona živi, ne radi tako. Ona pušta lako u stanicu vodu, ali je vrlo težko izpušta napolje. Kako će sve više vode primati u sebe stanica, tako će se morati prasluz raztezati i pritiskati na staničnu kožicu. Čitava će stanica biti nabreknuta, kao i mjehuri na spomenutom pokusu. Nu prasluz nije svuda jednaka, i s toga i ne će svuda jednako propuštati vodu: na jednim će ju mjestima jače, a na drugim slabije propuštati. Ako uzmemo, da su u korienu takove stanice, da prema sredini, gdje se nalaze, kako znademo, drvene cievi, laglje izpuštaju vodu, to će ona morati ići od jedne stanice do druge, i napokon će doći do stanica, koje se dotiču drvenih cievi. Ove će je stanice primati kao i one prve, i kada je dovoljno primu, nabreknut će i radi velikoga tlaka izaći će kroz onu stran prasluzi, koja laglje vodu propušta, a koja se dotiče drvenih cievi, i ući će u ove. U drvenim će se cievima sve više i više nakupljati vodenoga soka, a budući su drvene cievi prema dolje, t. j. prema vrhu korienovom, zatvorene, morat će se ona u njima uzdizati sve više i više prema tomu, kakova je biljka.



Sl. 23.

Spomenusmo, da može tlak korienov uzdići vodeni sok u biljci do 13 metara u vis. Kod nižega bilja dovoljan će biti ovaj tlak, da do lišća vodu dotjera. Svatko znade, da imade dosta bilja, koje je kud i kamo više, i preko 100 metara visine znade nekoje doseći — te je jasno, da u tim slučajima ne će sam tlak korienov dovoljan biti, da uzdigne potrebnu vodu do najvišega lišća. Tu moramo pomišljati, da imade nekakva druga sila, koja će taj posao obavljati — a to je izhlapnja (transpiracija) vode iz lišća.

Stabljika je sve do lišća obavita korom ili tjenicom, kojim je

zadaća, da zaprieče, da se ne bi voda, što teče cievnim svežčićama, prije izhlapila, no što dodje do lišća, koje je upravo cilj njezin. Lišće pak imade posebne ustroje, kojima se daje prilika, da se voda može izhlapiti, o kojim ćemo ustrojima za čas koju kazati. List daje za izhlapnju prilike već tim, što imade veliku površinu u razmjeru prama svomu tielu, i ako zagriju na nj tople sunčane zrake, ili ako je samo oko njega suh zrak, ma da i ne grije sunce, morat će gubiti svoju vodu, kao što ga gubi i vlažno rublje, što smo ga metnuli sušiti. Stanice, što su izgubile vode, imat će toga radi gušći stanični sok no druge, koje je niesu mogle izgubiti, jer su dublje u listu sakrivene, i s toga će kao i u onom prije spomenutom pokusu navlačiti na sebe vodu od onih, koje ju imadu više. Napokon će one stanice, što su u doticaju s drvenim cievima, oduzimati ovim vodu. Našlo se, da imade za vrieme, dok biljka izhlapnjom najjače gubi vode, u stanicama cievnih svežčića zraka, koji je mnogo rjedji no vanjski zrak, i to prama vrhu biljke je mnogo rjedji no prema korienu, gdje je nešto gušći. Uviek se nalazi u drvenim cievima izmjenice stupac zraka i stupac vodenoga soka. Kako su dolnji stupci zraka gušći od gornjih, to će se oni nastojati raztezati i dizat će prema gore stupac vode, što se nad njim nalazi, jer je prema gore rjedji zrak. Tim bi se dakako morao odozgora jače sgusnuti onaj razriedjeni zrak, tako da bi napokon po čitavoj biljci morao biti jednako gust; nu odozgora se izhlapnjom uviek gubi voda, i tako ostaje jednako riedak zrak, jer se mora razširiti po većem prostoru, dapače ako je izhlapnja još jača, to će se još jače razriediti zrak. Iz toga vidimo, da je ova nejednakost u gustoći zraka odozdo i odozgo u biljci uzrok, da se mora voda prema gore dizati, i kako će biti jačom izhlapnjom gore rjedji zrak, tako će se i brže prema gore dizati voda, jer će biti onda tim veća razlika u gustoći izmedju gornjega i donjega zraka, te će se ovaj posljednji nastojati što jače i brže raztegnuti, a tim će dizati nad sobom vodene stupce.

Po ovom, što smo do sada kazali, moramo držati, da se tlak korienov i izhlapnja tako podupiru, da prvi digne do neke visine vodu, a dalje je onda nejednaka gustoća zraka, što se nalazi u drvenim stanicama i cjevčicama, a koja je postala izhlapnjom vode iz lišća, do najviše visine diže. Ako je izhlapnja manja ili nikakova, to će tlak korienov, barem kod nižih biljaka, napuniti sve cjevčice i stanice vodenim sokom, dapače ga može i kroz lišće iztisnuti u podobi kapljica, kako smo prije čuli; ako je nasuprot izhlapnja veća od privodjenja vode korienom, to će stanice u lišću izgubiti previše soka, skvrčit će se, a isto tako i sam list, i mi tada vidimo, da je biljka uvenula.

Samo ćemo nekoliko primjera navesti, da vidimo, koliko biljke mogu vode izgubiti izhlapnjom. Kukuruzu traje život 173 dana i u to doba izhlapi vode 14 litara; konoplja za svog života od 140 dana izhlapi 27 litara, sunčanica za isto vrieme 66 litara — svakako su to znatne množine za razmjerno malene pojedine biljke, a koliku će tek množinu izhlapiti ovakvo bilje, što raste na ovećem polju. Tako na pr. kukuruz na jednom hektaru za čitavoga svoga života izhlapi do sedam tisuća hektolitara vode. Izračunaše, da hektar sto i petnaest godina stare bukove šume za vrieme od šest mjeseci, naime od 1. srpnja do 1. prosinca izhlapi 2·5—3·5 milijuna litara vode! Iz toga će nam biti razumljivo, da bilje utječe na podneblje raznih krajeva zemaljskih: predjeli šumama obrasli imat će zrak pun vodenih para, česa radi će u takim krajevima biti i više oborina, nego li u jednakim krajevima, gdje rašća malo ili pogotovo nema.

Čemu biljka gubi toliku množinu vode, što je više puta mora s mukom crpsti iz zemlje, gdje je za suše i onako malo imade? pitat će možda tkogod. Ako se sjetimo na ono, što smo prije kazali, kakvu biljka hranu iz zemlje crpe, bit će nam sasma razumljiv pojav izhlapnje. Soli, što su potrebne za hranu biljci, prima korienom, a pošto kao krutnine ne bi mogle prodrieti kroz stanične kožice, to moraju biti raztopljene u vodi. Voda, što je korien prima, imade ih vrlo malo u sebi raztopljenih; u soku na pr. što ga dobijemo kod suzenja bilja, nalazimo tek tragove od njih. Nu u biljci nalazimo tih soli u podobi pepela u znatnoj množini (osobito u lišću). Kako dospije voda sa onim tragovima od soli u list, izhlapi se, dočim soli, koje se kod takove topline ne mogu izhlapljivati, preostanu u stanicama biljnim. Kako neprestance dolazi nova voda sa solima iz zemlje, a voda se uviek izhlapljuje, tako se sve više nagomilava soli u stanicama. Da ne bi izhlapnje bilo, ili kada bi bila vrlo slaba, ne bi se moglo nakupiti dovoljno soli, i takova bi biljka slabo rasla, ili bi uginula, kao što se pokusima pokazalo, kad su biljku metnuli u prevlažan zrak, gdje nije moglo biti izhlapnje.

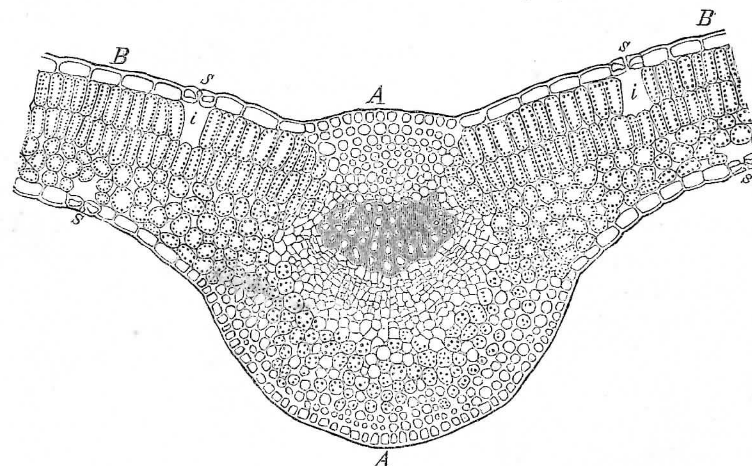
V.

Kuda hlapi voda iz lišća. — Kako je list sagradjen od stanica: tjenica, spužvasto staničje i puči. — Veličinom se površine listove pospješuje izhlapnja. — Ustroji, kojima se prieči, da se ne začepe puči na listu kišom ili rosom: zato se nalaze puči ili u udubinama lista, ili su oko puči dlake ili vosak.

Prerazličite su okolnosti, u kojem bilje živi: dočim jedno imade i preveliko obilje vode, koja je tako nuždna za život njihov, to ga drugo jedva toliko može smoći, da baš ne mora skapavati. Pomislimo na bilje, što raste u vlažnim šumama naših ravnica ili u močvarama, gdje imade i na pretek vode, a s druge strane opet na ono, što raste na suhom kršu južnijih krajeva hrvatskih. Ono je uviek obkoljeno uzduhom prepunim vodenih para, koje prieče izhlapnju, za koju smo kazali, da je neobhodno potrebna za biljku, dočim je ovo u suhom zraku, na tlu, koje imade vrlo malo vlage, i lako bi se dogodilo, da bi više izgubilo vode nego bi je korien mogao i crpsti iz zemlje. Prevelika vlaga u zraku prieči izhlapnju, i bilje bi moralo radi toga štetovati, ili pače uginuti, a nasuprot bi ga prevelika suša morala takodjer uništiti. Pa ipak nalazimo u jednim i drugim krajevima bilja, koje liepo uspieva, pače na pr. ako bismo močvarnu biljku u suhi kraj ili obratno biljku iz suhoga kraja u močvare presadili, jedna bi i druga morala uginuti. Kako je dakle to moguće, da može bilje uspievati na tako različitim mjestima? Odgovor ćemo dati na to pitanje u sliedećem, gdje ćemo pokazati, kako je ustrojeno bilje, da može prema potrebi jednom pospiešiti izhlapnju a drugda opet oslabiti ili zaustaviti.

List je, kako znademo ona čest, kuda se voda, što je korien upio, izhlapljuje u uzduh, i pri tom je razumljivo, da ćemo morati na lišću tražiti ustroje, kojima se regulira izhlapnja. List je pokriven kao i mladice na stabljici kožicom, što smo je nazvali t j e n i c o m. Stanice su u ove gusto zbijene i medju njima nema praznoga prostora, tako da kožica posvema omata list. Samo se na nekim mjestima nalaze u tjenici osobite rupice — p u č i — kroz koje može zrak u listu obćiti s vanjskim. Izpod tjenice nalaze se stanice tankih kožica, pune zrnaca listnoga zelenila, od česa i zelena boja lišća.

Na slici 24. vidimo povećan prierez kroz list jorgovanov. Prierez nam pokazuje u sredini *(A)* glavno rebro, što ide kroz sredinu lista, a postrance lievo i desno *(B)* vidi se samo komadić od lista. U ovom dielu *(B)* vidimo odozgo i odozdo tjenicu s pučima *(s)*, a izmedju njih staničje sa listnim zelenilom, koje je ovdje narisano kano crne točkice. Nu niesu sve stanice u ovom staničju jednake: na gornjoj su polovici to produljene, zbijene stanice i zovu ih s t u p a s t i m s t a n i č j e m, jer izgledaju kao stupovi; a u donjoj su polovici okruglaste, medju njima ima dosta prostora zrakom izpunjena, i kod nekih bilina izgleda kao spužva, česa radi su ga i nazvali s p u ž v a s t i m s t a n i č j e m. U ovom se upravo staničju nalaze posljednji ogranci cievnih svežčića, koje vidimo i prostim okom na listu u podobi žila ili rebara. Voda, što je dospjela cievnim svežčićima u list, prelazi u spužvasto staničje, a pošto su kože njihovih stanica tanke, lako prolazi kroz njih voda i izhlapi se u zrak, što se u prostorima medju njima nalazi. Ovi su prostori u savezu sa pučima, kroz koje može lako para izaći na polje.

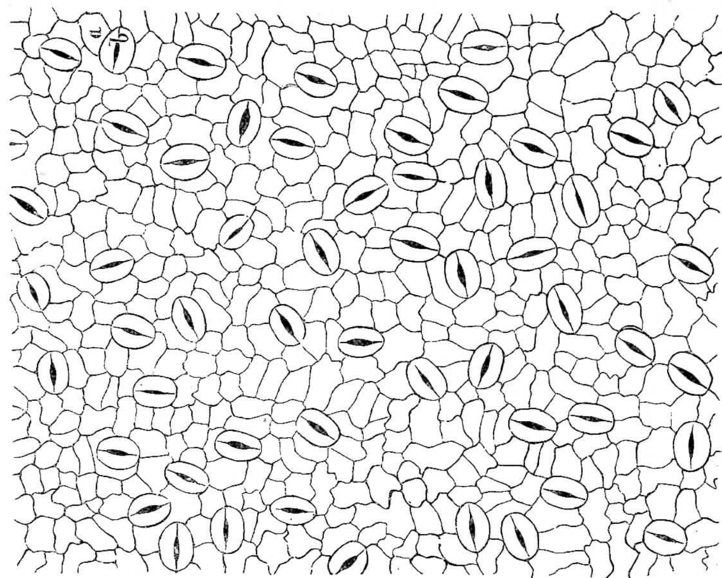


Sl. 24. Prierez kroz list jorgovana. (Syringa vulgaris.)

Tjenica omata sa svih strana list. Ona obično ne propušta vode ni njezinih para. Nu pare ipak moraju napolje, kad ih ima previše. Za to su posebni otvori, spomenute puči, kojima može para na polje. Medju stanicama tjeničinim nalazimo još nekoje osobitoga oblika (vidi sl. 25.). Po dvie stanice, što izgledaju kao polumjesec, srasle se svojim krajevima. Ove okružuju otvor, p u č, kroz koju se dopire do postaničnih jažica, što se nalaze medju stanicama spužvastoga staničja. Osobitost je ovih stanica, što okružuju puč, da se one mogu jedna uz drugu posve priljubiti i na taj način sasma zatvoriti otvor. Ako se je bojati — kako biva za suše — da

bi mogla biljka previše vode izgubiti, zatvore se puči, i time se zaprieči, da para iz lista izilazi napolje. Nije li se bojati te pogibli, imade li biljka dosta vlage, otvorit će se puči, i para će moći izilaziti napolje. Puči su dakle neka vrsta ventila, koji reguliraju izhlapnju vode.

Množina puči na listu više puta je upravo ogromna. Na hrastovom listu ima ih preko dva milijuna, dočim ih izbrojiše na osrednjem trsovom listu i nadjoše, da ih ima 3,842.850, — svakako ograman broj ventila. Da ih je tako velika množina, razumijemo, ako pomislimo, da su ti otvorići veoma maleni, tako maleni, da



Sl. 25. Tjenica s pučima; $^1/_4$ četvornoga milimetra. (Povećano.)

ih prostim okom ne možemo vidjeti, već samo sitnozorom. Kod raznoga je bilja broj puči različit. U obće se može reći, da ih biljke, što rastu na suhom tlu, manje imadu od onih, što su se zakorienile na vlažnom. Tako na pr. maslinov list ima na jednom četvornom milimetru do 600, dočim čuvarkuća (*Sempervivum tectorum,* Hauswurz, *sempreviva)* i žednjak ljuti *(Sedum acre),* biljke, što obično na suhom kamenitom tlu rastu, imadu na jednakoj površini tek 10—20 puči. Većina bilja imade na donjoj strani više puči, nego

li na gornjoj, a mnoge i ne imadu nijedne puči na licu listovom. Nasuprot, kojim lišće pliva na vodi, kao na pr. u lopoča *(Nymphaea,* Seerose, *Nuphar, Victoria)* nalaze se puči samo na gornjoj slobodnoj strani, na koju jedinu stran može para izilaziti.

Bilje, što raste u zraku punom vodenih para, mora gledati kako će mu se lišće što bolje izparivati. Izhlapnja je za život biljčin neobhodno nuždna. U vlažnom uzduhu znademo, da se težko mokro rublje suši. Ne će li bilje uginuti, valja mu se poskrbiti za što izdašniju izhlapnju. Mokro rublje razastiremo, da mu učinimo što većom površinu, iz izkustva znademo, da će se tako brže osušiti, nego li kada je smotano, kad mu je površina manja. I bilje, što raste na mjestima vlažnim, pomaže se na taj način. Ovakvo imade lišće veliko, s tankom tjeničnom kožicom i sa vrlo mnogo puči. Lopuh *(Petasites officinalis* Pestwurz, *galega),* što raste uz šumske potoke, na vlažnim i sjenatim mjestima, imade veoma veliko lišće, dočim primjerci, koji su nikli na svietlim i toplim mjestima, imadu mnogo manje lišće. Vlažan i hladan zrak u šumi slabo pomaže izhlapnju. Na takvim se mjestima pomaže lopuh tako, da razvije list s velikom površinom. Na sunčanom mjestu bi mu se moglo protivno dogoditi, da bi naime i previše vode gubio, s toga on razvija lišće s manjom površinom.

Osobito u vrućim krajevima nalazimo obilje primjera za ovaj slučaj. U tropima je velika vrućina, a uz to zrak uviek zasićen vodenim parama. Po više mjeseci padaju jake kiše, koje obilno nakvase sve bilje, i toga radi bi se moglo lako dogoditi, da bude izhlapnja kod njih posve zapriečena. Da se to ne zbude, imade lišće u vrućim i vlažnim krajevima često puta vrlo veliku površinu. Medju paomama, koje upravo ubrajamo medju bilje, koje najviše obilježuje vrući pojas, nalazimo reprezentante s najvećim lišćem u današnjem biljevnom carstvu. Na naslovnoj slici ove knjige vidimo naslikanu jednu takvu paomu s gorostasnim lišćem, koju zovu znanstvenim imenom *Corypha umbraculifera.* Ona raste u vlažnim i vrućim krajevima otoka Ceylona, i uzdiže svoju krošnju visoko nad ostalo drveće, kako to i na slici vidimo. Duljina je lista ove paome 7 do 8, a širina 5 do 6 metara. Na sličnim mjestima raste u Braziliji paoma *Raphia taedigera,* kojoj su kolosalni listovi do 27 metara dugački, koji spadaju medju najveće listove, što su do sada u bilinstvu opažani. Ni lišće ostalih paoma žarkog podneblja ne zaostaje mnogo za ovim. Pod jednim se listom talipot-paome može deset osoba

udobno smjestiti. Isto su tako veliki listovi od paoma, od kojih se najbolji sago dobiva, što rastu na Molukima i na Sundajskim otocima *(Metroxylon Rumphii i M. laeve)*. Lišće im je kao pero razčijano, kao i u poznate datulje. Pomislimo list ovakove sagopaome postavljen uz kuću, to bi on dosegao do drugoga sprata, i po perima lista mogli bi se uzpeti kao po ljestvama sve do prozora drugoga kata. Sve ove paome imadu tjenicu vrlo nježnu, puči vrlo mnogo, a spužvasto staničje jako razvijeno. Žarko južno sunce grije lišće, spužvasto se staničje gotovo ožari i voda se mora izparivati.

Lišće, što pliva na vodi, kao u raznih lopoča, moglo bi se zapriečiti u izhlapnji na taj način, da bi mu valovi smočili gornju stranu na kojoj se jedinoj puči nalaze, kud dakle jedino može voda hlapiti. Neka se smoči i ova strana vodom, ne će moći list hlapiti svoje vode. Toj se neprilici uklanja takvo bilje time, što mu je tjenica mastna, pak što je u sredini izbočeno. Voda se, što dospije na list, odmah skupi u veliku kaplju, koja se skotrlja niz bočinu listovu opet u vodu. Neka je jezero, u kom raste lopoč, kako mu drago uzburkano, listovi će ipak ostati suhi, pak će se moći izparivati.

Kako znademo, bilje se najbujnije razvija kod nas u proljeće i početkom ljeta. Za vlažnih i toplih dana raste bilje rek bi na naše oči. Tada biljka treba najviše hrane kao što iz zraka, tako i iz zemlje vode i u njoj raztopljenih soli. Bez izhlapnje ne može, kako znademo, ove hrane iz zemlje dobivati. U proljeće i početkom ljeta pada kod nas mnogo kiše, zrak je vlažan od para, što ih topli sunčani traci zemlji izmamljuju. Naše bilje nalazi se u to doba u istoj pogibli, u kojoj i močvarno bilje, naime u pogibli, da premalo izhlapljuje vode. Kako je sve u prirodi mudro i prema svrsi uredjeno, vidimo i na tom, što imade bilje na svom lišću osobitih priprema, kojima ovoj pogibli nastoji izbjeći.

Na raznom našem voću, kao na šljivama i groždju, vidimo osobit prašak — narod ga zove m a š a k ili p e p e l j a k — što ga lako možemo obrisati s voća. Dok je voće posuto tim maškom, ne prima ga se voda. Taj prašak sastoji od v o s k a, što ga izlučiše tjeničine stanice u plodu. I mnogo je naše lišće posipano ovakim maškom, od česa izgleda sinje boje. Taj se mašak nalazi osobito na onim mjestima, gdje ima puči, kao kod mnogih v r b a *(Salix amygdalina, purpurea, pruinosa)*, kojim je lišće s donje strane sinje, gdje su i puči. Na iglicama jelovim nalaze se dva srebrna

prutka na donjoj strani, gdje leže puči. Kupus ima i na gornjoj strani puči, česa je radi i na toj strani posut pepeljkom. Kapljice, koje padnu na takva mjesta, ne mogu puči zabrtviti, ne mogu lista smočiti, jer je vosak, od kojega sastoji pepeljak, mastan. Kapljice kiše, što padaju u doba, kad ovo bilje najbujnije raste, ozkliznu se niz list i puči su uviek slobodne tako, da može voda kroz njih hlapiti.

U drugoga opet bilja služe u tu svrhu dlake. Kako ćemo vidjeti malo niže, imadu dlake na bilju i drugu zadaću, baš protivno, naime da štite biljku od prejake izhlapnje. Nu u ovom se slučaju nalaze uviek dlake i na onakim mjestima listovim, gdje nema puči. Gdje služe dlake, da štite puči od vode, tamo ćemo ih naći samo na onim mjestima, gdje ima i puči. Uz rieke raste vrsta v r b e *(Salix imana)* i b i e l a j a v a *(Alnusineana)*, a često i n i z k i p o d b j e l *(Tussilago farfara)*, kojim je lišće s gornje strane, gdje nema puči, zeleno i golo, dočim je s donje strane sivo od dlaka. Rosa, što se s donje strane uhvati na list, ne može od onih dlačica okvasiti puči, i tu se nakupi u podobi kapljica. Obično se misli, da se rosa samo odozgo može na listu nakupiti. Nu tome nije tako, jer se može svatko osvjedočiti, da se isto tako rosa i na donjoj strani i lišća i drugih predmeta nakuplja. Onom bilju, što smo ga spomenuli, koje raste na vlažnim mjestima, dobro dodje presvlaka od dlaka na donjoj strani lista, gdje su i puči, od česa se ne mogu ove zabrtviti vodom.

Još su na jedan način zaštićene puči od pogibelji, da se ne bi zabrtvile vodom. U nekoga bilja nalazimo puči u posebnim jamicama, koje su vrlo uzke. Dospije li na otvor jamice kapljica vode, ne će moći u nju prodrieti, jer se nalazi u njoj zrak, kao što n. pr. ne će moći u bocu, kojoj smo u grlo zatakli lievak, lako voda ući, jer to prieči zrak, što se u njoj nalazi. Za primjer ćemo navesti svakomu poznatu z l o l j e s i n u ili o l e a n d e r *(Nerium oleander)*, koji raste i u našoj Dalmaciji divlji uz potoke. Lišće imade s donje strane jamice, u kojim se nalaze sakrivene puči, a uz to ima u njem i dlačica, koje prieče, da se ne mogu zabrtviti vodom. Zloljesina raste uz potoke i rieke, kako smo spomenuli, na kojim mjestima imade u obilju vlage, osobito početkom ljeta, kada i pada doba najživljega razvoja za biljku, kada mora biljka da što jače izhlapljuje vodu. Kišom, rosom ili maglom nakvasi se lako gornja i donja strana listova, nu budući da su puči u udubinama, ne će se moći i ove nakvasiti, jer to prieči zrak u jamicama, a toga radi ne će biti ni izhlapnja posve zapriečena. Kod

krasnih v r i e s o v a *(Erica,* Heide, *landa)* i srodnih biljaka nalazi se osobita vrsta lišća. Kod njih su rubovi lišća prema dolje smotani, tako da nastane na donjoj strani uzka ciev, koja obći sa vanjštinom kroz vrlo uzki otvor. U toj se šupljini nalaze smještene puči. I ovdje imademo vrlo sličan slučaj onomu kod oleandra.

VI.

Načini, kojima se zaustavlja izhlapnja u potrebi. — Ustroji na površini lista, koji tome služe: debela kožica na tjenici, vosak, razne dlake. — Osobit oblik i položaj lista; mesnati listovi; biljke sa zakržljalim lišćem; kompas-bilje; položaj mladoga lišća; sklapanje lišća u nekim biljkama; padanje lišća.

Ako ćemo i naći na nekim biljkama ustroja, kojima se pospješuje izhlapnja, to ćemo gotovo još češće naći opet ustroja, kojima se nastoji izhlapnja što je moguće bolje oslabiti. Dočim ćemo naći one prve ustroje na biljkama, što rastu na vlažnim mjestima, ili na onakim, kojim se u neko doba godine izhlapnja od vlage u zraku, kao i od kiše, rose ili magle zaustavlja, to ćemo druge naći osobito na onakim, koje rastu na suhim mjestima, u krajevima, gdje dulje vremena nema kiše. Vrlo su različiti načini, kojima biljka znade prepriečiti preveliku izhlapnju, i mnogi su od njih tako zanimljivi, da ih ne možemo mimoići, već ćemo ih u kratko ovdje spomenuti, navadjajući i ovdje po mogućnosti primjere od bilja, što će biti većini čitatelja poznato.

Budući da je list onaj glavni organ, koji ravna izhlapnjom vode u biljci, morat ćemo one ustroje, koji idu za tim, da izhlapnju oslabe, tražiti na njemu. Znademo, da je list pokriven tjenicom, kojoj su stanice tiesno zbijene i nema medju njima do puči nikakovih škuljica. U onakoga bilja, koje se nema bojati prevelike izhlapnje, imadu tjenične stanice tanke kože, i kroz njih lako može vodena para izlaziti napolje. Lako možemo pomisliti, da će se biljka u potrebi moći zaštititi od prevelike izhlapnje, ako načini kožice stanične na tjenici deblje, osobito izvana, i uz to ako ih kakovim tvarima impregnira, koje ne će vodenih para propuštati. I u istinu nalazimo u mnogim biljkama takovih načina za obranu od prevelike izhlapnje. Kod njih se osobito onaj dio kožice stanične na tjenici veoma odeblja, koji graniči s vanjskim uzduhom i u nekim znade biti ovaj dio mnogo puta deblji od onoga, što je

okrenut prema nutra. Nu ne samo da odeblja izvana stanična kožica, radi česa dakako već mnogo teže može vodena para izilaziti napolje, nego se još k tomu i ona u svom sastavu promieni. Znademo od prije, da je u početku stanična kožica sagradjena od osobite tvari t. zv. staničevine (cellulose), koja lako vodu propušta. U one odebljale kožice prodru osobite mastne tvari, kao nekakvi loj, koji je impregnira, i kao mastno platno, tako ne će ni ove moći propuštati vode a ni vodenih para. Ovdje služi tjenica listu, kao i pluto stabljici, da ga zaštiti od prevelike izhlapnje. Dakako da se i na ovakom lišću nalaze puči, koje prema potrebi ipak kadkada davaju oduška pari, jer i ove moraju hlapiti vodu.

Bilju, što raste u vodi i na močvarnim mjestima, ne će trebati ovako ustrojene tjenice, jer nema straha od prevelike izhlapnje. Nu zato ćemo često naći ovako odebljalu tjenicu na lišću, koje se imade boriti barem jedan dio godine sa sušom. Osobito to nalazimo na vazdazelenom lišću, koje traje po više godina, koje se mora kroz neko doba godine boriti s nestašicom vode, kao n. pr. na b o ž i k o v i n i (*Ilex Aquifolium,* Stechpalme, *agrifoglio*) ili na već spomenutoj prije z l o l j e s i n i ili o l e a n d r u *(Nerium Oleander)*. Možda će tko misliti, kako to, ta naveli smo zloljesinu za primjer, da pokažemo, kako je ustrojen list, da se ne zapriečі izhlapnja, a sada velimo opet, da imade debelu tjenicu, koja brani biljku od prevelike izhlapnje? Nije to nikakovo protuslovlje, jer zloljesina imade se za vrieme kiše boriti s premalenom izhlapnjom, a u vrieme suše, koja dulje traje, s nestašicom vode. U ovo doba dakako da će dobro služiti debela tjenica, koja prieči izhlapnju vode. I i m e l a *(Viscum album,* Mistel, *vischio*), što raste na drugom drveću kao nametnica, imade vazdazeleno lišće. Zimi ne kola u drvetu, na kom raste imela, voda, i zlo bi tada prošao nametnik sa svojim lišćem, da nema zaštite od izhlapnje u debelim staničnim kožicama na tjenici.

Da platno ne propušta vode, mažu ga voskom, a tako isto nalazimo i na lišću mnogoga bilja vosak u podobi maška ili pepeljka, o kom smo prije već govorili. Kako se s jedne strane biljka koristuje ovim voskom, da joj se list s pučima ne smoči vodom, tako isto prieči vosak i preveliku izhlapnju. Nadjoše pokusom, da će jednako veliki list, komu smo mašak zbrisali, mnogo više vode izgubiti, nego drugi jednako velik, komu ga nismo zbrisali.

Najrazširenije su u bilja d l a k e, kojima se štiti od prevelike izhlapnje. Lišće znade biti kod mnogoga bilja pokriveno dlakama

kao pustom ili vunom, ili u drugoga opet kao najfinijom svilom. I prije smo vidjeli, da dolaze na lišću dlake, koje ga štite od nakvašenja vodom, ali ovdje dolaze one uviek na donjoj strani lista, gdje se i puči nalaze. Ove dakako ne štite biljku od izhlapnje, jer je u takim slučajevima gornja strana gola, i kroz nju lako voda hlapi. Gdje imadu dlake zadaću, da list štite od izhlapnje, naći ćemo ih osobito na gornjoj strani lista, a često znade biti čitava biljka njima pokrivena. Po tom već možemo suditi, da će biti runo od dlaka osobito dobra obrana od prevelike izhlapnje, što je vrlo razšireno u biljevnom carstvu. Da imadu dlake u ovakim biljkama zadaću, da je štite od prevelike izhlapnje, vidi se odatle, što tada imadu stanične kožice na tjenici veoma tanke, i toga radi bi bez njih brzo biljke uvenule i posušile se. Vlažna zemlja, pokrivena slamom, dugo će uzčuvati vlagu, jer slama ne dade, da se zemlja tako lako ugrije. Isto tako i dlake čuvaju, da se biljka previše ne ugrije od sunca, radi česa ne će moći i previše izparivati vode. Nu i na drugi način štite one od izhlapnje. Medju dlačicama se nalazi zrak, koji je parama, što su iz biljke izašle, gotovo zasićen, i kako je on dlakama gotovo odieljen od vanjskoga, to će se on nalaziti na površini kao tanak sloj, koji će biljku svakuda okruživati, te će se ona tako nalaziti u uzduhu gotovo zasićenom parama, što će takodjer izhlapnju sprečavati.

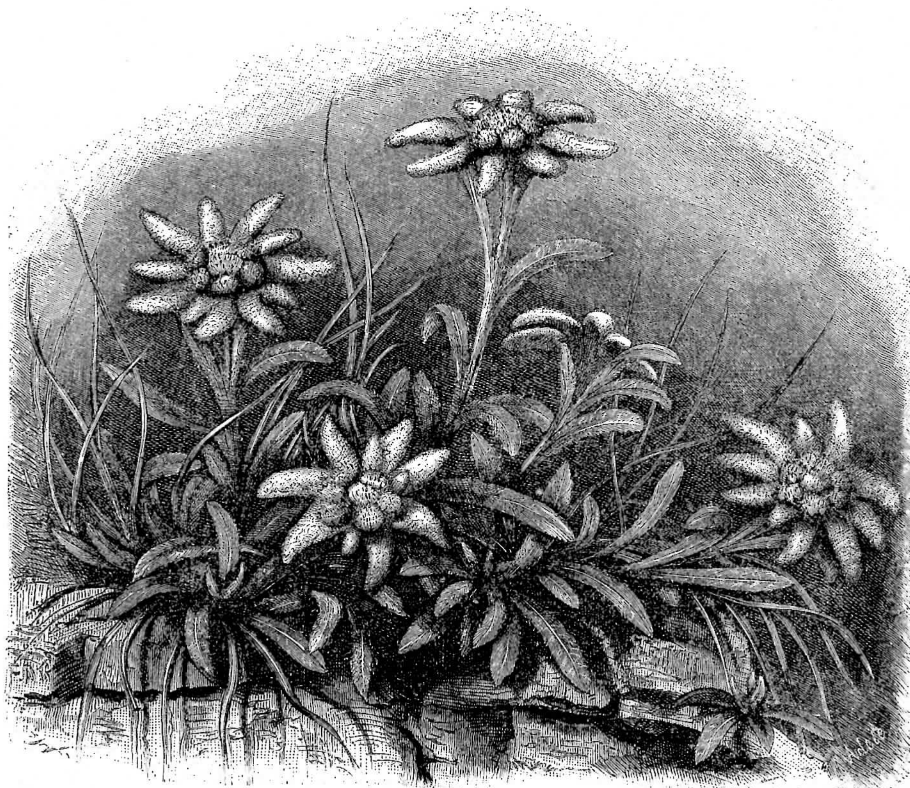
Vrlo je zanimivo, kako se izmjenjuje bilje u cvjetani hrvatskoga Primorja i Dalmacije. Već koncem zime pojavljaju se prvi cvjetovi, kojim se u proljeće pridružuje mnogo drugo bilje. Većina je ovih biljaka sa lukovicom ili sa podankom ili s gomoljima, kao što su razni šafrani *(Crocus)*, tulipani, vilini lukovi *(Muscari)*, šumarice *(Anemone)* i t. d. U svih je ovih lišće više manje golo, jer se ne trebaju bojati prevelike izhlapnje, pošto još tada dosta kiše pada. Nadodje li ljetno doba s velikom žegom i riedkim kišama, to su već ove biljke ocvale, plod im je sazrio i sjeme se razteplo. Nadzemne njezine česti, kao lišće, uvenu, jer nisu ustrojene tako, da bi mogle odolievati suši. Od čitave biljke preostanu samo podzemne česti kao lukovice, gomolji ili podanci: ove se česti nalaze sada u suhoj, tvrdoj zemlji, i tako mogu čekati do povoljnijega vremena. U proljeću nalazimo i jednogodišnjih raznih biljaka sa posve golim lišćem: i ovo ne treba nikakove zaštite proti izhlapnji, jer tlo je dovoljno vlažno od kiša, što obilno tada padaju. Ove jednogodišnje biljke vrlo brzo rastu, cvjetaju i plod donesu, i kada nastupi suša

ljeti, već su one gotove sa sjemenom, koje tada čeka drugu godinu zaštićujuć se od izhlapnje razno ustrojenim lupinama. Same biljke uginu, čim nadodje sušno doba. Na mjesto njihovo nadodju biljke, koje imadu lišće obično debelim pustom presvučeno, koji ga dobro štiti od prevelike izhlapnje. Kako se izticalo bilje proljetno svježe zelenim lišćem, tako ovo izgleda sivo. Dodjemo li u Primorje za ljetnih mjeseci, mislit ćemo, da je onaj kraš bez ikakova bilja, jer je i kamen, a i bilje, koje medju njim raste, jednako sivo. A ipak ćemo moći pobliže motreć naći tuj u obilju mirisavoga kuša *(Salvia officinalis)*, smilja *(Helichrysum angustifolium)*, raznih vrsta pelina *(Artemisia)* i mnogih drugih biljaka. Tako ćemo naći drugim krajevima oko Sredozemnoga mora, kao u cvjetanu i u Grčkoj, Talijanskoj i Španjolskoj, i tko je čuo samo o vazdazelenom biljnom svietu u tim krajevima, a sam ga vidio nije, ljuto bi se prevario, kada bi ih ljeti posjetio: mislio bi svatko, da bi valjalo ono „vazdazeleno“ izmieniti riečju „vazdasivo“.

I na visokim planinama, kao na Alpama i višim hrvatskim brdinama, naći ćemo isto tako bilja s kosmatim lišćem Nu takvo bilje raste samo na zemlji, što se u malenoj množini nakupila u razpuklinama kamenja ili na izbočinama od klisura. Ovakova se zemlja navlažuje samo od kiše, rose ili magle, i topao vjetar ili jarko sunce lako izpari ono nešto vlage, što je imade u ono malo zemlje. S toga i moramo očekivati na ovakim mjestima samo onako bilje, koje je dobro osigurano od izhlapnje. I u istinu ćemo naći tu, izuzev kamenike *(Saxifraga)*, koje imadu lišće pokriveno vapnenom korom, kojom su dobro zaštićene od prevelike izhlapnje, same takve biljke s dlakavim lišćem i stabljikama. Tuj rastu neke dlakave vrste nemoćnica *(Draba tomentosa, stellata)*, staračca *(Senecio incanus, carniolicus)*, rožca (*Cerastium decalvans*) itd. Tu je takodjer domovina glasovitoga runolista (sl. 26.; *Gnaphalium Leontopodium*, Edelweiss), koji je čitav pokriven bielom vunom, te bi pomislio tkogod, da je čitava biljka iz bieloga sukna izrezana. Svaki posjetnik Alpa uzimlje sobom na uspomenu runolista, jer kao što on dobro odolieva suši na svom prirodnom mjestu, tako se lako sačuva i otrgnut, a da se ne promieni gotovo ništa u svom obliku.

Na onim mjestima, gdje se nalaze biljke s dlakama na lišću, naći ćemo bilja sa liepo zelenim, golim lišćem, koje isto tako odolieva suši, kao i ono. Nu promotrimo li pobliže njihovo lišće, opazit ćemo neke osobitosti, koje nam odmah tumače njihovu zadaću.

To su naime biljke s mesnatim, tustim lišćem. Vidjeli smo, da se sa što većom površinom listovom polučuje jača izhlapnja, a s toga moramo očekivati, da će smanjenje površine ujedno i smanjiti izhlapnju. Vidjet ćemo za čas, da imade bilja, kojemu je posve smanjeno lišće, gotovo da ga nema, nu mi ćemo ovdje govoriti za sada o onom, koje je postiglo smanjenje površine listove, a da ga ipak



Sl. 26. Runolist (Gnaphalium Leontopodium).

nije izgubilo. Uzmimo, da imademo ploču od voska, koja je široka i duga 10 centimetara, a jedan milimetar debela, i da načinimo od nje valjak, koji bi bio jedan centimetar debeo, to bi ovaj imao pet puta manju površinu od one ploče. Tako nalazimo i kod nekih biljaka površinu lišća smanjenu na taj način, što je ono postalo valjkasto i debelo. Ovakav oblik tustoga lišća nalazimo kod nekih

biljaka, što se nalazi na zidovima, klisurama ili pustarama, u obće na mjestima, gdje se tlo, na kom rastu, lako izsuši, ako samo nekoliko dana nema kiše ili rose. Kod nas imadu takovo lišće razne vrste **žednjaka** *(Sedum,* Mauerpfeffer, *sempreviva)*, koji osobito vole rasti u pukotinama na zidovima ili stienama, gdje se nešto malo zemlje nakupilo. U najsušim krajevima južne Afrike rastu razne biljke sa ovakim lišćem, kao što su razni Aloi, pupčaci (*Cotyledon*), tustike (*Crassula*), trave ledenice (*Mesembryanthemum*).

Medju biljke, što slabe izhlapnju smanjenjem lišća, idu razni kaktusi sa svojim vrlo čudnovatim tielom. Lišće je u njih posve zakržljalo, od njega nalazimo samo tragove u podobi dlačica i bodljika. Zadaću listovu preuzela sama stabljika, koja je sada kao kijača odebljala, sada opet krugljasta poput dinje, sada nalik visokomu stupu, ili kao ploča razširena, koja izgleda kao debeli listovi, a nevježa ih nazivlje takovima, kao n. pr. kod indijske smokve (*Opuntia*), koja i u našoj Dalmaciji na mnogim mjestima podivljala raste. Površina je ovakih čudnovatih stabljika pokrivena tjenicom, u kojoj se nalaze puči kao i na lišću, a izpod nje nalazi se sloj stanica sa zrncima listnoga zelenila. Tjenica je na razan način zaštićena od izhlapnje — načini, što smo ih već spomenuli. Kaktusi uspievaju na suhim mjestima u Americi, i osobito ih mnogo imade na mexičkoj visoravni, gdje veći dio godine nema nikakih oborina. Uz ove čudnovate biljke raste još malo drugoga bilja na tim suhim i neprijatnim mjestima, od kojih ćemo navesti samo već prije spomenutu stoljetnu agavu (*Agave Americana*), koja imade debelo i mesnato lišće, koje dobro odolieva suši. Nu i kaktusi kao i spomenuta agava morali bi ipak podleći dugotrajnoj suši, ma imali kako mu drago uredjenu tjenicu, da nemadu u nutrini svoje stabljike a agava u lišću stanice pune vode, koja služi za pričuvu. Ove su stanice velike, tankih stiena i pune vodena soka. Prerežemo li kakav kaktus ili list od agave, vidjet ćemo prostim okom ovo vodeno staničje, jer je ono bezbojno, te se odmah razlikuje na prvi pogled od vanjskoga staničja, koje je zeleno od zrnaca listnoga zelenila. Za ono kratko vrieme, dok pada kiša, napuni se ono vodeno staničje potrebnom vodom i to baš toliko, koliko će biti dosta za čitavo sušno doba. Da se ova voda ne bi tako lako izgubila kroz tanke stiene stanica, u kojim se nalazi, imade u njoj raztopljena nekakva sluzava tvar, što jako drži vodu. To je slično ljepku, što ga upotrebljavaju za lov ptica, koji na zraku vrlo dugo

ostaje vlažan, jer ona sluz ne pušta od sebe tako lako vode. Dakle na sličan način zadržaje ona sluzava tvar u vodenom staničju kaktusovom vodu i pušta je od sebe tek toliko, koliko je baš sama biljka treba. Množina je ovoga vodenoga soka znatna i dobro dodje i ljudima i životinjama u onako siromašnim krajevima na vodi, kao što su oni, gdje uspievaju kaktusi.

U slanim pustarama i stepama azijskim nalazimo bilja s tustim lišćem iz obitelji solnjača *(Salsolaceae)*. I ove imadu u lišću vodeno staničje, nu kod njih se u stanicama u mjesto sluzi nalaze razne soli, osobito kuhinjske soli, koje vodu gotovo još bolje zadržaju no sluz u kaktusa Čudnovato je vidjeti na spomenutim mjestima za najjače suše, ljeti, kada dugo ni kap kiše ne padne, a žar se sunčani ne oslabljuje ni najmanjim oblačkom, razne solnjače kako zelene i pune soka uspievaju, dočim je ostalo bilje već davno uvenulo i osušilo se.

Imade i kod nas bilja, koje imade vrlo slabo lišće razvijeno ili ga gotovo nema, kao neke lepirnjače n. pr. žuka *(Spartium scoparium)*, grm, koji raste n. pr. kod zagrebačkih Remeta i na školjićima kraj Istre. Ovaj grmić imade vrlo malo lišća, a ulogu njihovu preuzeše grančice, koje su zelene, kao n. pr. i stabljike u kaktusa. Ova žuka raste više puta u velikoj množini na okupu i spomenuti školjići znadu biti gotovo posve njima obrasli. U mjesecu svibnju procvatu grmovi i na njima se razvije sijaset žutih cvjetova, nalik onim od runocvjeta, i tada je krasan pogled na školjiće, koji se zlatnožutom bojom iztiču nad modrom pučinom morskom. Nu čim ocvatu žuke, nestane i školjima dražesti, te izgledaju sada mračni od tamnozelenih šiba žukovih.

Koliko smo već do sada spomenuli načina, kojimi se bilje štiti od prevelike izhlapnje, pa ipak još niesu svi! U prerijama Sjeverne Amerike raste neka biljka, što je botanici zovu *Silphium laciniatum* (vidi sl 27. *a, b*), a spada medju glavočike. Ova imade lišće okomito postavljeno tako, da je jedna strana lista okrenuta k iztoku, a druga zapadu. Čitava nam se biljka čini, kao da smo je osušili, kao što se suše biljke za zbirku, i da smo je zasadili u zemlju tako, da bude jedna ploha okrenuta k iztoku, a druga k zapadu. Po tom je čitava biljka sa svojim lišćem postavljena upravo u smjeru od sjevera k jugu, kao što ga pokazuje kompas, česa radi i zovu ovu biljku kompas-biljkom. Lovcima u prerijama bila je ta biljka od davna već poznata, i po njoj su se znali u noći ili

za tmurnih dana točno ravnati kao kakovim kompasom. Kada su biljku presadili u botaničke vrtove u Evropi, nije pokazivala toga svojstva i već su mislili, da je ono sve sljeparija, što se je o njoj pripoviedalo, ili su opet neki najčudnovatije hipoteze stavljali, da raztumače taj pojav. Nu i kod nas imade jedna vrlo obična biljka, divlja loćika *(Lactuca Scariola*, Wilder Lattich, *lattuga salvatica;* vidi sl. 27. *c, d*), koja pokazuje isto takovo svojstvo kao i onaj Silphium, te i nju možemo ubrajati medju kompas-biljke. Raste li spomenuta biljka na suhom tlu, gdje oko nje nema višega bilja, to se i njoj lišće tako zakrene, da je jedno lice njihovo k iztoku, a drugo k zapadu okrenuto i čitava biljka izgleda tada kao da je sa strana stisnuta. Nu raste li divlja loćika medju visokim biljem, ne ćemo toga na njoj opaziti: lišće će biti položeno kao i kod drugoga bilja. Tako imademo tumačiti i onaj pojav kod Silphiuma, koje zasadiše u vrtove: tuj niesu slobodno stajali, kao u preriji, i zato su razvili lišće sasma obično. Kompas-biljke štite se osobitim položajem lišća od prejakoga žara sunčanoga i tim od prevelike izhlapnje. Poslije izhoda i prije zapada je sunce najslabije, i tada padaju njegove zrake okomito na plohu lišća kompas-biljaka. O podne, kada sunce najžarče zrake siplje, okrenuta je prama njemu samo uzka strana listova, kako se ne će moći list prejako ugrijati.

Kao što spomenute kompas-biljke, tako se i mnoge druge štite od prevelike izhlapnje tim, što najjačemu suncu okreću najužu stranu lišća. Na glasu su australske šume, u kojima nema sjene. U tim se šumama nalaze največi gorostasi biljnoga carstva, a to su *Eucalyptusi,* o kojim je već prije bilo u ovom djelu govora. Lišće je u ovih gorostasa tako zakrenuto, da je samo rubom okrenuto prema suncu, kada se nalazi ovo najviše na nebu. Svaki će ovakav list vrlo uzku sjenu bacati, i izpod krošnje Eucalyptusa bit će vrlo slaba sjena. Budući da s Eucalyptusi raste i drugo drveće, koje takodjer ne daje s istog razloga znatne sjene, osobito razne Akacije, to će uzalud putnik tražiti u tim šumama zaštite od pripeke sunčane.

Na hrvatskim planinama u pukotinama klisura i na suhim livadama, a na sličnim mjestima i u hrvatskom Primorju i Dalmaciji raste nekoliko vrsta roda šašika *(Sesleria,* koje se znadu štititi od prevelike izhlapnje na osobit način. Ove trave imadu uzko i dugo lišće i na gornjoj se strani njegovoj nalaze puči. Kroz noć ili i kroz dan, ako je u zraku dosta vlage, listovi

su razprostrti, dočim su kroz dan, osobito ako je jaka suša, sklopljeni. Uzduž lista načini se na gornjoj strani uzki žlieb na taj način, da se obje polovice lista sklope, kao što kada knjigu zaklopimo. Nu kod spomenute se trave obje polovice ne sklope posvema kao knjiga, već medju njima ostane prostor, koji je prema



Sl. 27. Kompas-biljke. *a.* Sylphium laciniatum, motren s iztoka; *b.* ista biljka motrena sa sjevera; *c.* divlja loćika (Lactuca Scariola) s iztoka motrena; *d.* ista motrena s juga.

srednjem rebru širi, a prema rubovima lista uži. Na taj način dospiju puči u prostor, koji obći s vanjskim zrakom kroz vrlo uzku pukotinicu, a uz to su obje polovice listove okrenute uzkom stranom prema upadajućim zrakam sunčanim. Tako isto nalazimo uredjeno lišće i kod nekih drugih trava, koje rastu na sličnim mjestima.

Mlado lišće, što se tek razvija iz pupoljaka, treba takodjer zaštite od izhlapnje i to tim više, što ono u početku imadè vrlo nježnu tjenicu, a tek malo po malo postaje takvim, da se može s uspjehom od prevelike izhlapnje štititi. Da ne bismo morali opetovati neke načine, koje i u odrasla lišća nalazimo, navest ćemo još ovdje samo jedan slučaj, da pokažemo, kako se štiti mlado lišće od izhlapnje kod obične naše domaće b u k v e *(Fagus silvatica)*, koja će biti svakom od čitatelja dobro poznata, a i može se svatko sam lako osvjedočiti o ovom, što ćemo ovdje spomenuti. Odrasli je list bukov u obsegu eliptičan; kroz sredinu mu ide jedno jače rebro, a iz njega lievo i desno sa svake strane jedno deset pobočnih rebaraca. Ovakav je list posve gol i gladak, tek ako ima na rubovima fine dlačice poput trepavica. U pupu su zeleni listovi (vidi sl. 28. *a*, *b*, *c*) zamotani u smedje ljuske, koje ih štite od studeni, a i medju njima se nalaze pomiešane smedje dugačke (v. sl. 28., *f* dolje) ljuštice, koje odpadnu poslije. Ove posljednje ljuštice rastu uviek po dvie uz svaki list i biljari ih nazivlju palistićima, kakovih organa i kod drugoga bilja nalazimo, n. pr. osobito su veliki takvi palistići u graška. Pravi su listovi, koji jedini preostanu poslije na grančicama bukovim, u pupoljku ubrani poradi premalenoga prostora, kako to liepo vidimo na slici 28., *b*, *c*, *d*, *e*, (*g* i *h* u prierezu). Kada probije list iz pupa, u početku nije vodoravno, već osovno postavljen, tako da sunčane zrake padaju na užu njegovu stranu. Nu budući da je u to doba tjenica listova vrlo tanka i nježna, ne bi bio sam položaj njegov dovoljan za zaštitu od izhlapnje, osobito kada zaduva topao vjetar. Bolje se on još zaštićuje dlačicama, koje rastu samo iz rebara i pokrivaju poput svilenih končića ubore na listu, što možemo na slici kod slova *e* vidjeti. Kada se je tjenica dovoljno ojačala, izravna se list, dodje u vodoravni položaj, a onih dlačica više ne treba i toga radi odpadnu. Tako vidimo, da imade bilja, koje samo u jedno doba upotrebljuju neke organe za zaštitu od prevelike izhlapnje, a kada ih već ne treba, onda ih odbacuje.

Prije smo spomenuli, kako se u hrvatskom Primorju i Dalmaciji izmjenjuju biljke u razno doba godine, čemu je uzrok iz-

hlapnja. U umjerenom i hladnom pojasu dolazi za one biljke, što traju po više godina, najpogibeljnije doba radi izhlapnje zimi. Čudnovato će se možda komu činiti, da bi se mogle biljke bojati izhlapnje zimi, kada pokriva debeli sloj sniega zemlju i tako je prieči od suše. Nu pokusi dokazuju, da je studen, koja može biljku dovesti u pogibelj, da pogine od suše. Imademo li kakvu biljku zasadjenu u loncu, n. pr. duhan, pak zemlju, u kojoj raste korien, ohladimo do blizu ledišta, to ćemo vidjeti, da će joj lišće uvenuti i napokon se osušiti, ma da imade dovoljno vlage u zemlji i okolnom



Sl. 28. Razvoj bukova lista.

zraku, i ma da je toplina oko nadzemne česti najpovoljnija. Uzrok je tomu, što poradi ohladjenja koriena ne može crpsti potrebne vode iz zemlje, te je lišće mnogo više izhlapnjom izgubi, no što je dobiva iz zemlje. Vrtljari opažaju više puta taj pojav, ako iz tople kuće metnu neke nježnije biljke, n. pr. gloksinije, koje radi prekrasnoga cvieća često goje, na polje, gdje je mnogo hladnije. Lišće će ovakom bilju uvenuti, kao da ga je mraz opurio, pa makar i temperatura zraka iznašala nekoliko stupnjeva iznad ledišta. Vrtljari

vele, da se takva biljka smrznula, a tumače to njihovom osobitom nježnošću. Čudnovato bi bilo to smrzavanje kod temperature, kod koje se ne će voda ulediti. Da u istinu nema tuj govora o smrzavanju, možemo lako dokazati, ako lonac, u kojem je biljka zasadjena, omotamo i tako zaštitimo korien od ohladjenja. Ovakove će biljke ostati neopurene, jer će korien moći crpsti vlagu iz zemlje.

Kako se dakle naše bilje, kao što je bjelogorično drveće i grmlje, zaštićuje zimi od pogibelji, da ne bi uginulo poradi izhlapnje? Svakako će biti najjednostavnije, ako zbaci sa sebe organe, kroz koje izilazi vodena para, a to su, kako znademo, u najviše slučajeva, listovi. Pa tako i biva. Prije no će nastupiti zima, opada lišće sa drveća. Da se može list odkinuti sa stabljike, stvori se obično na dnu peteljke njegove, na onom mjestu, gdje je on pričvršćen na stabljici, osobito staničje. Bez ovoga staničja ne bi se mogao list odkinuti, jer na dotičnom mjestu sastoji od najčvršćih stanica. Pod jesen se stvore medju tim čvrstim stanicama dieljenjem nove, koje one orahle, ili ih pače rastući razkinu. Ovo novo staničje sastoji od stanica, koje se lako jedna od druge odieli. Kada se je dotično staničje stvorilo, možemo ga razpoznati i prostim okom po svjetlijoj boji i što je nešto prozračno. Dune li vjetar, odkinut će sada lako list sa stabljike, a tada vidimo, da najviše lišća popada.

Da je u savezu sa studeni padanje lišća sa višegodišnjega bilja, vidi se osobito na onim biljkama, koje rastu i u hladnijem i u toplijem podneblju, a i na onom, koje se iz ravnica do najviših planinskih krajeva, u kojih još bilje uspieva, razprostire. Na visokim planinama mnogo je kraće ljeto, no u susjednim nizinama i toga radi će moći razvijati svoje lišće kasnije ono bilje, što u visinama raste no ono, što raste u nizini, a isto tako će ga i prije izgubiti u jesen. Ariš, što se u Alpama uzpinje do najviše visine, dokle u obće dospieva drveće, gubi lišće mjesec dana prije na ovim mjestima od onih, što rastu u dolinama. Isto tako i u hladnijem podneblju gube biljke prije lišće od iste vrste, što rastu u toplijim krajevima, pače imade nekih, koje u ovim zemljama ne gube lišća ni u samoj zimi. V o d o k l e n ili p l a t a n a *(Platanus orientalis)* gubi kod nas koncem mjeseca listopada lišće, dočim pojedini primjerci u Grčkoj ostaju čitavu zimu zeleni. J o r g o v a n *(Syringa)* gubi lišće u jesen kod nas, a u Potiu je na Crnom moru to vazdazeleni šib. Isto tako kod nas breskva gubi u jesen lišće, dočim na oazama saharskim ostane joj lišće kroz čitavu zimu svježe zeleno. Kod nas

cvate breskva prije no što prolista, dočim se u Sahari razvijaju cvjetovi medju lišćem, što je ostalo na stabljici još od prošle godine Kod običnoga svakomu nas poznata **hrasta lužnika** *(Quercus pedunculata)* gubi lišće svoju zelenu boju koncem jeseni i većina ga opadne početkom zime, a samo nešta ga sasma osušena ostane na drvetu i preko zime. Na tlu oko Solfatara kraj Napulja, koje je ugrijano od podzemne vatre, raste nekoliko kržljavih stabalaca od onoga hrasta. Ovim ostaje lišće zeleno kroz čitavu zimu, i u mjesecu ožujku, kada već iz pupoljaka tjera mlado lišće, nalazimo još svježega od prošle godine.

Činit će se možda komu od čitalaca, da priroda ne štedi, jer pušta da propadne tolika množina tvari s lišćem, koju je biljka s mukom kroz ljeto sagradila. Nu u istinu ne gubi biljka baš mnogo na koristnim tvarima, jer prije no će list opasti, izadju iz njega sve tvari u stablo, koje mogu za njega biti od koristi. Ovakav list sastoji poslije toga od samih praznih staničnih kožica, iz kojih su izašle sve tvari, koje mogu biljci rabiti za hranu. U stanicama spala lišća nalazi se u znatnoj množini ceceljnoga vapna, koje biljka ne može više upotrebljavati, kao što se ne može koristovati spojevima, od kojih su sagradjene stanične kožice. Tim, što bilje gubi lišće, rješava se ono suvišnih tvari, kao što i životinje u ekskrementima izlučuju tvari, koje niesu od koristi po njih. I bilje sa vazdazelenim lišćem gubi malo po malo svoje lišće, samo što kod njega ne spadne na jednom sve lišće, već dok na vrhu grančice raste novo, za to vrieme pri dnu odpada staro.

Nu još jednu korist imade naše drveće od toga, što je zimi bez lišća. Gospodar i šumar ne boji se toliko sniega za vrieme, dok drvlje imade lišće, radi studeni, već više radi silne štete, što je snieg znade prouzrokovati. I najveće gorostase znade preveliki teret od sniega razkomadati, ako je na njem lišća. Dok imade drvo lišće, može se na njemu mnogo više sniega nakupiti nego li kada je bez njega. Većina crnogoričnoga našega drveća može prilično dobro podnositi teret od sniega, jer imade grane vrlo pružive. Nu ipak znade i ono nastradati od prevelikoga sniega. U krasnoj šumici Jasikovcu kraj Gospića, koja sastoji od raznoga bjelogoričnoga i crnogoričnoga drveća, našao sam više borova *(Pinus silvestris)*, kojim su od prevelikoga sniega prošle zime debla, debela kao čovječje stegno, u sredini prelomljena i sve grane pokidane, dočim je bjelogorično drveće, koje u blizini raste, ostalo netaknuto.

———×———

Kako zeleno bilje za sebe gradi hranu.

I.

Zeleni je list organ, kojim bilje upodablja hranu. — Što su prije sudili o listu? — Nešto o obliku i čvrstoći lista. — Žile na lišću.

Znademo iz prijašnjega poglavlja, da surova hrana, što je korien upio, dospieva u list i da iz njega suvišna voda hlapi. Znademo i od kakove je važnosti izhlapnja po život biljčin, i kako je za regulovanje izhlapnje razno ustrojeno tielo biljčino i da je osobito list onaj organ, koji pokazuje najrazličitijih ustroja bud za pospješenje bud za oslabljenje izhlapnje i gotovo bismo mogli pomisliti, da zelenom listu i nije druge zadaće, no da ravna gibanjem soka. Nu nije to jedina zadaća, što je imade list vršiti, dapače imade on još mnogo važniji posao obavljati, koji je od neizrecive važnosti po sve žive stvorove: on naime imade iz surove neorganske hrane stvarati organske vrlo zamršene spojeve, od kojih će biljka graditi svoje tielo, a kojima će se hraniti i ogromno carstvo životinja.

Jasnija je zadaća životinjskih organa i davno su je prije razumjeli ljudi no kod bilja. U staro su doba pripisivali jedino korienu zadaću nekakvoga organa, dočim za list niesu obično ni mislili, da bi mogao imati kakvu važniju zadaću. Mislili su, da je on tek nekakvi ures, ili najviše ako mu je zadaća, da štiti plod od zračnih nepogoda! Nije dakako bilo moguće u ono doba spoznati pravu svrhu, što je list ima, jer još kemije nije bilo, a pokusima se ne služiše, bez kojih nije moguć u prirodnim naukama napredak. Prvi je bio **Malpighi**, kojega smo već prije spomenuli, koji je pogodio glavnu zadaću lista. On je naime 1671. godine došao na tu važnu misao na temelju vrlo jednostavnoga pokusa: opažao je, da mlada biljčica, kojoj se supke odkinu, koje niesu drugo do li osobitoga oblika prvi listovi, da ona brzo ugine. U lišću se sokovi, što su iz koriena došli, pretvaraju sunčanim svjetlom

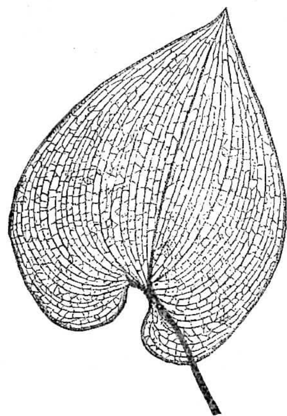
tako, da se njima tada može biljka hraniti. Ako i jest on pogodio glavnu zadaću listovu, to je opet važno odkriće palo do skora u zaborav i nitko se nije na to ni obazirao. Englez Hales je n. pr. poslije Malpighia došao do drugoga nazora, naime da je listu glavna zadaća, da ravna gibanjem sokova. U prijašnjem smo poglavlju vidjeli, da u istinu imade list ravnati izhlapnjom vode, a na taj način i gibanjem vode. Nu nije to njegova jedina zadaća, već, kao što često biva, imadu organi po više posala obavljati, uz glavni još kakav nuzgredni. I za korien znademo, da uz svoju glavnu zadaću, upijati hranive sokove iz zemlje, imade još i biljku učvrstiti. A tako i list uz svoju glavnu zadaću, da stvara hranu, ravna i gibanjem vode u njoj. Tako je Hales, čija su inače iztraživanja od velike važnosti po znanost, zamienio nuzgredni posao listov sa glavnim, kao što to često puta biva u znanosti. Čitavo je stoljeće proteklo poslije Malpighia, dok su Ingenhous, Senebier i Th. de Saussure koncem prošloga vieka i početkom ovoga svojim iztraživanjima odkrili raztvaranje ugljične kiseline sunčanim svjetlom u zelenom lišću, i na taj način udarili temelj sadašnjoj nauci o hranitbi bilja. Već smo prije natuknuli, da je taj proces od neizmjerne važnosti po bilje, a isto tako i po životinje kao i po nas same, i da bez njega ne možemo ni pomisliti obstanak živih stvorova na zemlji. Mislimo s toga, da nam ne će čitatelj zabaviti, ako se kod toga nešto dulje zadržimo.

Ponajprije hoćemo, da nešto kažemo o listu, u koliko niesmo već prije o tom što kazali. Budući da vrlo često neki listovi preuzmu kakovu drugu zadaću, n. pr. da štite pup, ili da primamljuju kukce k cvietu i t. d., a toga radi promiene posve svoj oblik, a često izgube i zelenu boju, to dakako ne ćemo ovdje govoriti o takovim, već samo o zelenim listovima, kojim je glavna zadaća, da stvaraju hranu. Onakve listove nalazimo pričvršćene na stabljici na uzlićima. Vidjet ćemo malo niže, da niesu listovi bez reda poredani na stabljici, već da i u tom vladaju neki zakoni. Na podpunom listu možemo razlikovati obično tri diela: rukavac, peteljku i plojku. Rukavac je dio lista, kojim je on pričvršćen i obuhvata stabljiku poput rukava. Osobito je ovaki rukavac razvijen na lišću od naših žitarica n. pr. kukuruze. Na rukavcu se nadovezuje uzki dio, peteljka, a na ovom je pričvršćena plojka, razšireni i obično najveći dio lista. Plojku najprije uočimo, kada list motrimo, i oblik njezin jest ujedno oblik lista. Dosta imade bilja, u kojega lišće nema svih onih dielova. Kod lišća od kukuruze i u obće kod svih naših trava *(graminea)* manjka peteljka i na rukavac se nadovezuje odmah plojka. Kod njih omata rukavac stabljiku poput toka, a iz gornjega njezinoga kraja izilazi poput vrpce dugačka i uzka plojka. Kod drugoga opet bilja nema list ni rukavca ni peteljke, kao n. pr. kod liljana. Kod ovoga sjede eliptične plojke na samoj stabljici. Dapače imade zelenih listova bez plojke. Čudno bi se moglo komu pričiniti, da bi mogao list biti bez najvažnijega svojega diela, bez plojke. Nu u takvim su se slučajima zato peteljke razširile u podobi plojke, kao što to dolazi na nekim akacijama iz Australije. Vidimo iz ovoga, kako mogu biti različito sastavljeni listovi, koji služe hranitbi bilja.

Razkošna je upravo bila priroda, dok je stvarala razno lišće, jer malo imade u bilja organa, koji bi pokazivali toliko obilje prerazličitih oblika, kao što ih vidimo na lišću. Za razlikovanje pojedinih vrsta osobito je dobro obilježje oblik listov, i u opisnom su biljarstvu za njih stvorili sijaset raznih izraza. Ne mislimo umarati čitatelja nabrajanjem i opisivanjem tih različitih oblika, što i nije potrebno za našu svrhu. Osobito je plojka različita i malo imade lišća, kojemu bi rub plojke bio cio, već je ponajviše različito plitče ili dublje izrezan i nazubljen. Kod nekih idu ovi urezi vrlo duboko u plojku i tada list izgleda kao da je sastavljen od više listića. Nu nalazimo i u istinu sastavljenih listova, kao n. pr. kod bagrene *(Robinia pseudacacia,* unechte Akazie), graha, graška, divljeg kestena i t. d. Kod bagrene vidimo na peteljci s lieva i desna pričvršćene listiće isto tako, kao što je i sam list pričvršćen na stabljici. Ovi se listići mogu i gibati i sasma se prema dolje okrenuti. Kod divljega opet kestena nalazi se na vrhu peteljke po sedam listića pričvrštenih, ko što su n. pr. pričvršteni prsti na ruci. Da je to od koristi po bilje, što imade plojku na različit način izrezanu ili što imade sastavljeno lišće, vidjet ćemo nešto niže.

List je organ bilja, koji mora što veću površinu imati. Samo tako može na nj djelovati tim jače svjetlo, jer, kako znademo, ono je upravo glavna sila, koja stvara hranu zelenom bilju. S toga i nalazimo ponajviše lišće u obliku tankih pločica, koje nastoje svoju plohu okrenuti prama sunčanom svjetlu. Pomislimo, da je list od papira sagradjen, kako bi on poslije jačega vjetra izgledao? Ne bi trebalo bog zna kakova vjetra, pak bi ga svega razčijao i raztrgao.

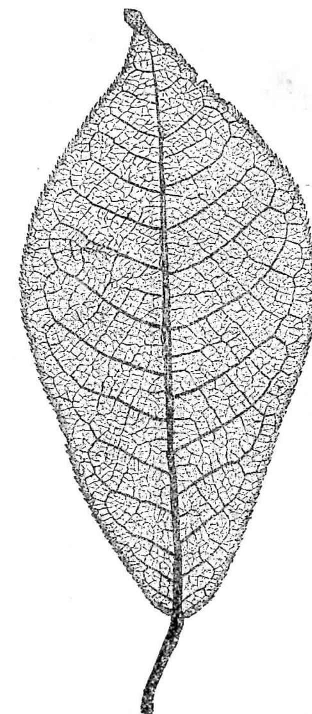
A list biljni, koji na oko nije od jačega materijala sagradjen no što je papir, odolieva i mnogo jačem vjetru i on ostaje cio na stablu, koje je oluja izčupala s korienom. I u tom je znala priroda mudro urediti list, da on uzmogne i svojoj svrsi za stvaranje hrane odgovarati, a da uz to ne štetuje njegova čvrstoća. U prijašnjem smo poglavlju pokazali, kako stabljika imade staničja, koje joj daju potrebnu čvrstoću i gibkost. Isto tako i na lišću možemo vidjeti ustroja, koji služe za učvršćenje njegovo, za zaštitu njegovu od vjetra. Već smo prije spomenuli, da se vide na listu žilice, koje niesu drugo, do li ogranci cievnih svezčića, što su iz stabljike u list sašli i u njemu se razgranili. Ovi cievni svezčići dovode hranivi sok u list, gdje on imade pomagati kod stvaranja hrane. Žilice ove ili rebarca, kako ih često zovu, razgranjuju se u listu poput mrežice, a okanca mreže izpunjena su mekanim stanicama, punim zrnaca listnoga zelenila. Cievni su svezčići u lišću uviek ojačani likovnim vlakancima, koja im daju čvrstoću i gibkost, i koji sliede njihov smjer. Ako kaki list pustimo da gnjije u vodi, to će sve mekane stanice iztrunuti, a preostat će samo mreža, načinjena od cievnih svezčića i osobito od likovnih vlakanaca, te ćemo dobiti pravi skelet listov. Takove skelete nalazimo i u kori zemaljskoj, u okaminama, u kojim su se sačuvali ostanci od davno već izumrlih biljnih vrsta. Kako u ovakim okaminama nalazimo ponajčešće samo ostanke od listova, a riedko koji drugi dio biljke sačuvan, to su za razpoznavanje i proučavanje bilja, što je nekada resilo površinu zemaljsku, od osobite važnosti upravo one žilice, što ih vidimo na listu. Vrlo su različito poredani kod raznoga bilja cievni svezčići na lišću, i po tom poredanju može se zaključiti, kakovoj biljci bi mogao pripadati list, što ga nalazimo otisnuta u zemlji.



Sl. 29. List od pociepka.
(Majanthemum bifolium).

U glavnom se mogu četiri različita načina razgranjenja cievnih svezčića u lišću vidjeti, koji se dakako opet u pojedinim rodovima različito mienjaju. Kod većine je crnogorice, kao što je bor, jela, omorika, tisa i t. d., lišće je dugačko, igli podobno, i obično ga nevježa i zove iglicama, ne misleći ni kod toga, da bi to bilo lišće

upravo tako, kao što je i lišće u drugoga našega bilja. U ovakom igličastom lišću nalazi se samo jedna žilica, koja ide dužinom lista a ni najmanje se ne razgranjuje. Za igličast list radi toga, što je uzak, nije potrebno da se cievni svežčić razgranjuje. Kod trava, zatim n. pr. kod naše gjurgjice (*Convalaria majalis,* Maiblume, *mughetto*) i njoj srodnoga pociepka (*Majanthemum bifolium,* Schattenblümchen) i mnogoga drugoga bilja nalazimo opet drugi tip razgranjenja žilja u lišću. Na slici 29. vidimo otisnut list od pociepka što raste u našim šumama, na kojem se osobito liepo vidi ovaj tip žilica. Iz peteljke izilazi mnogo jednakih žilica u plojku; jedna ide ravno sve do brka plojčina, a ostale u sve to jače izbočenom luku s lieva i desna, što su većma udaljene od sredine lista. Ove su uzdužne žilice spojene medjusobno poprečnim tanjim, i čitavo nam se pričinja kao vrlo fina mrežica. Vrlo je razširen u bjelogoričnoga drveća i zeljastoga bilja način razgranjenja žilica u plojci, kao što ga vidimo na slici 30., gdje imademo vjerni otisak od sremzova lista. Iz peteljke ulazi u plojku ravno do vrha jaka žila, a iz nje lievo i desno slabije žilice kao izperci na ptičjem peru. Ove pobočne žilice zavijaju se blizu ruba plojčina kao luk i spajaju se s prednjom pobočnom žilicom. Motrimo li onaj prostor, što je izmedju ruba i ovih u luk savijenih žilica preostao, vidjet ćemo, kako se na ovaj prvi red naslanja drugi red lukova, nešto slabijih, a iz ovih kako napokon vrlo fine žilice ulaze u zubce na rubu lista. I onaki se listovi, kao što je od pociepka, i ovaki, kao što je sremzov, ne mogu tako lako razderati. Ako se rub malo nadere, to se ne će moći dublje, jer to prieče u luk savijeni cievni svežčići iliti žilice. Napokon na slici 31. imademo otisnut četvrti način razgranjenja. Na listu od običnoga klena (*Acer campestre,* Feld-Ahorn, *acero*



Sl. 30. List od sremze.
(Prunus Padus.)

campestre) vidimo, kako izilazi iz peteljke pet jakih žilica, kao pet prsti. Svaka je žilica ova opet razgranjena u finije i ove se sve propliću i čine vrlo finu mrežu.

Svi su ovi načini razgranjenja žilica u plojci od koristi po list, jer ga zaštićuje od raztrganja, što bi se moglo dogoditi ovako tankim i pločastim organima. Zanimivo je, da imade ipak bilja s lišćem, koje bi trebalo takove zaštite, pa je ipak nema. U toplim staklenicima i ljeti na nasadima i u vrtovima vidi se često liepa biljka sa veoma velikim listom, kojega radi je i kod nas za ures sade. Domovina joj je pod žarkim suncem, gdje je sade radi ploda, koji daje tamošnjim stanovnicima. Zovu je banana, a znanstveno musa *(Musa Ensete, sapientum* i t. d.). U dugačkom listu ide uzduž jaka žila, a iz nje lievo i desno pobočne žilice, koje niesu medju sobom spojene, kao n. pr. u lista sremzova. Jači vjetar zadere u plojku i razčija je u same vrpce, a poslije malo jače bure vrlo tužno izgledaju. Lako se možemo o tom uvjeriti, motrimo li banane n. pr. na Zrinskom trgu u Zagrebu poslije oluje. U vrućim krajevima, gdje su još silnije oluje no kod nas, ne spadaju muse baš medju bilje, koje bi nam se svidjalo radi ljepote svoje, jer vise na lišću same krpe i dronjci.



Sl. 31. List od klena.
(Acer campestre.)

II.

List je nosilac listnoga zelenila. — Odnošaj izmedju svjetla sunčanoga i listnoga zelenila: kako je potrebno svjetlo, da može nastati listno zelenilo, kako ga opet prejako svjetlo uništuje i kako se od toga zaštićuje biljka; kako se znadu poredati zrnca listnoga zelenila kad različite razsvjete; svietleći mah; crvene alge u moru.

Uztvrdili smo, da je listu glavna zadaća, da pomoću svjetla priugotavlja hranu. Nu to može samo onakovo lišće, koje je zeleno, koje imade u sebi listnoga zelenila. Imade bilja, koje nema listnoga zelenila, kao što su n. pr. sve gljive, a od biljaka sa cviećem n. pr. vilina kosa (*Cuscuta,* Flachseiche, *cuscuta).* Sve to bilje ne može

s toga, što nema listnoga zelenila, ni priugotavljati za sebe hrane, ono je mora već gotovu dobivati. I u istinu rastu ove biline ili na uginulim tjelesima biljaka ili životinja, ili opet na živim kao nametnici, otimljuć ovim hranu, što su je za sebe stvorile. Ovakovim dakako biljkama nije treba listnoga zelenila, jer mogu udobnije do hrane doći, a ne trebaju se za nju brinuti, kao što i mnogi članovi ljudskoga družtva, koji od tudje muke živu.

Dakle samo zeleno bilje, što imade u sebi zrnaca listnoga zelenila, može samo za sebe priugotavljati hranu, a zelenom listu je glavna to zadaća. Već smo u prijašnjem odsjeku spomenuli, kako je sagradjen list od stanica, a najglavnije ćemo ovdje čitatelju dozvati u pamet. Odozgora i odozdola je pokriveno staničjem gusto sbijenim, koje samo na nekim mjestima imade otvore poznate nam puči. Lako se dade tjenica kao fina bezbojna kožica odlupiti s lista, i ako bismo je motrili sitnozorom, vidjeli bismo, da u njoj obično nema zrnaca listnoga zelenila. Izpod tjenice leži staničje puno zrnaca listnoga zelenila, česa je radi ono i zeleno. Stanice, što su izpod gornje tjenice, gusto su sbijene bez većih postaničnih prostora, i obično su poput bridnjaka produljene u jednom smjeru i to tako, da im je dulja os okomita na površinu listovu. Ove stanice izgledaju poput stupova, i zato ih zovu stupastim staničjem. Izpod ovoga dolazi poznato nam spužvasto staničje, koje sastoji od razgranjenih stanica, sa postaničnim prostorima, koji su zrakom izpunjeni, a u ovom staničju vidjet ćemo i ogranke od cievnih svežčića. Motrimo li list prostim okom, to ćemo obično opaziti (ako nije dlakav), da je na licu tamnija zelen no na naličju, što će nam biti sada razumljivo, pošto znademo, kako je list od stanica sagradjen. S gornje je strane staničje gusto sbijeno, puno zrnaca listnoga zelenila, dočim s donje strane imade medju stanicama mnogo zraka, i toga radi mora ovo biti svjetlije.

U ovom staničju spužvastom i stupastom nalaze se zrnca listnoga zelenila. U većine bilja su to zrnca okrugla ili leći podobna i u stanici poredana uz kožicu tako, da jedno drugom ne otimlje svjetla. Ona su u glavnom od tvari sagradjene kao i sama prasluz, samo što imadu u sebi osobitu tvar, koja im daje zelenu boju — listno zelenilo (chlorophyll). Ni najboljim sitnozorima nije uspjelo do sada na njima odkriti osobitoga kakova sastava. Što se moglo vidjeti, to je, da su šupljikava poput spužve, i da se u tim šuplji-

nicama nalazi ona zelena boja. Isto tako ne znamo za sada mnogo ni o samom listnom zelenilu.

Bez sunčanoga svjetla ne može ni listno zelenilo svoje zadaće obavljati, jer je ono ona sila, koja obavlja u njem kemijske procese. S toga se i možemo nadati, da ćemo naći pojava, koji će pokazivati, kako je listno zelenilo a i lišće ovisno o sunčanom svjetlu. Ponajprije imademo spomenuti, da listno zelenilo ne može postati bez svjetla. Pustimo li, da u tmini kakovo sjeme n. pr. od graha proklica, to ćemo dobiti osobitoga oblika biljku: članci će na stabljici biti vrlo produljeni, a lišće će biti maleno i kržljavo. Samo lišće bit će bliedožuto, a nikakova traga od zelenila ne ćemo na biljci opaziti. Metnemo li biljku sada na svjetlo, ma bilo ono i prilično slabo, vidjet ćemo za kratko vrieme promjenu: listovi će malo po malo pozelenjeti, i ako se novi listovi razviju na biljci, to će oni biti zeleni i sasma pravilni, kao i na biljci, što je na svjetlu izrasla. To opažamo n. pr. i na klicama, što iztjeraju iz koruna u tamnim pivnicama, a i na drugom raznom povrću. Iz toga vidimo, da je potrebno svjetlo, da se može stvoriti listno zelenilo.

Pravilo zlatne sredine, što vriedi i u prirodi, vidimo i u utjecaju svjetla na listno zelenilo: jer ako ono ne može postati bez dovoljnoga svjetla, tako isto ono propada uz prejako svjetlo. Na prejakom se svjetlu gubi zelenilo brzo i dapače ono ga ubija. Bilje, što raste u hladu, brzo ugine, ako ga izložimo sunčanomu žaru i to radi toga, što mu prejako svjetlo uništuje listno zelenilo. U moru raste uz obale osobito u lukama u velikoj množini jedna vrst zelene alge, a zovu je kupusinom morskom *(Ulva lactuca,* Meerlattich). Ona izgleda kao vrlo tanki smaragdeno-zeleni listovi. Za jake bure otrgnu valovi po koji komad kupusine i izbace je na obalu. Zasije li sunce na nj, to će doskora nestati one liepe zelene boje i kupusina će postati posve biela, jer je prejako sunčano svjetlo uništilo listno zelenilo u njoj. Vrtljarima i gojiteljima cvieća poznato je, da ne smiju neko bilje izložiti direktnom sunčanom svjetlu, jerbo mu lišće posmedji, odpane, a i čitava biljka može uginuti. Osobito je onakovo bilje osjetljivo proti prejakom svjetlu, što raste na mračnim mjestima, n. pr. u gudurama i u gustim šumama, koje nema nikakovih sredstava, kojima bi se moglo štititi od prejakoga svjetla.

Zrnca listnoga zelenila znadu se prilagoditi različitoj razsvjeti tako, da se sakriju po mogućnosti pred prejakim svjetlom, a ako

je ono slabije, tada mu se nastoje što više izložiti. Na nekom su lišću već davno opažali ljudi, da mu se mienja boja prema razsvjeti: list će na direktnom sunčanom svjetlu izgledati bliedo zelen, dočim u hladu tamno zelen. Uzmemo li kakav nježniji list, pak mu jedan dio pokrijemo crnim papirom i izložimo ga sunčanim zrakama, to ćemo opaziti, da će onaj dio, što je bio razsvietljen, biti bliedo zelen, dočim pokriveni zagasito zelen. Isto može dobro oko opaziti i na čitavoj biljci: dok je od sunca razsvietljena, ona je svietlo-zelena, a kad oblak sakrije sunce, činit će nam se zagasito-zelene boje. Ta različita boja lišća potječe od toga, što se zrnca listnoga zelenila različito poredaju kod slabijega ili jačega svjetla. Kod razsipanoga, slabijega svjetla postave se zrnca listnoga zelenila na ona mjesta stanične kožice, što su okrenuta k površini lista, da uzmogne na njih što više svjetla doći, dočim se kod direktnoga sunčanoga svjetla odmaknu i postave na stranu, tako da zrake mimo njih prolaze. U nekoga bilja mienja se kod toga i oblik zrnaca: u slabom su svjetlu poput pločica jedno do drugoga postavljena, tako da medju njima vrlo malo prostora preostaje, i široka im je strana prema svjetlu okrenuta, a čim direktno sunce na njih zasvietli, zaokruže se i prostori se medju njima povećaju, tako da i zelena boja lista radi toga pobliedi.

I na listu samom nalazimo ustroja, koji služe, da zaštite listno zelenilo od prejakoga svjetla. Već smo u prijašnjem poglavlju spomenuli, kako je bilje, što raste po kršu u hrvatskom Primorju i Dalmaciji, odjeveno u sivo ruho i tamo ujedno tumačili, da one svakakve dlačice, što ga pokrivaju, zaštićuju mu lišće od pogibli, da previše vode ne izgube. Na ljetnom suncu, što ondje žari, dolazi i listno zelenilo u ne manju pogibao, da ga ne uništi prejako sunčano svjetlo. Dobro dodje tomu bilju, što mu je lišće pustom presvučeno, jer tako dodje svjetlo oslabljeno do stanica, u kojim se nalaze zrnca listnoga zelenila. Motreći ovakovo sivo bilje mogao bi tko pomisliti, a gdje mu je listno zelenilo, ta ne vidi se ništa na njemu zelenoga. Nu odstranimo li dlake s takva lista, vidjet ćemo, da je on isto tako zelen, kao i koji drugi list. Iz ovoga vidimo, kako znade priroda sgodno upotrebiti jedno sredstvo za različite svrhe: dlake, što štite bilje od prejake izhlapnje, štite ga ujedno i od prejakoga svjetla.

Razmjerno malo imade ustroja u biljnom carstvu, koji bi služili samo zaštiti listnoga zelenila od prejake izhlapnje, a da ne bi i

koju drugu zadaću imali. Od takih ćemo ovdje samo jedan spomenuti. U tjeničnim se stanicama nekih biljaka razvijaju osobite boje crvena ili ljubičasta, koje oslabljuju svjetlo, koje kroz njih prodire do stanica, koje se izpod njih nalaze i u kojim se nalaze zrnca listnoga zelenila. To možemo vidjeti na čubru *(Satureja hortensis,* Pfefferkraut, *piperite),* koji kadkada u vrtovima sade radi liepoga mirisa. U tjenici se njegovoj nalazi u soku raztopljena nekakva ljubičasta boja, od koje izgleda čitava biljka tamnoljubičasta. Moramo spomenuti, da se to opaža samo na onakim biljkama, što rastu na suncu, a koje rastu u sjeni, na njima ima jedva traga ljubičastoj boji. Iz toga se vidi, da je ona boja na neki način suncobran, koji oslabljuje prejako sunčano svjetlo. Tako isto možemo opažati i na ivici *(Ajuga reptans,* Günsel), vrlo običnoj biljci, što po ledinama kod nas raste. U proljeće, dok je još okolno bilje vrlo nizko, lišće je njezino tamno-crveno od boje, što se nalazi u tjenici, i ona ga štiti od prejakoga sunca. Izrastu li okolne biljke, te ivicu zasjene, nestane one boje i lišće je u nje zeleno kao i u drugoga bilja, jer joj sada ne treba više zaštite od prejakoga sunca, budući joj ga dava susjedno bilje.

Sada smo imali posla s biljem, što imade previše dobra, koje imade suviše svjetla; a sada ćemo se obratiti k onomu, što se zadovoljava s najmanjom mogućom množinom svjetla. Počnimo s ono malo bilja, što raste u pukotinama, što su nastale u klisurama ili na početku većih pećina, dokle još dopire nešto svjetla. Dodjosmo na ulaz takve jedne pećine, što se u granitnom kamenju provalila: vidimo tamno dno, kako zija na nas vabeći nas u neizvjestnost, a pobočne su stiene tek slabo razsvietljene i na njima vidimo još po koji bus tamnozelenoga kakova paprata. Na tamnom nam dnu najednom zapne oko o krasne točke, što se zlatno-zeleno svjetlucaju. Ne možemo se siti nagledati divote i već srce za blagom željno vuče nas i ruka posegne da uhvati što više tih dragulja. Ta što bi to moglo drugo biti, nego blago, što su ga bog zna iz koga doba i zašto sakrili ovamo ljudi? Ali kakovo razočaranje! Pogledamo li na svjetlu na to umišljeno drago kamenje, što smo ga zagrabili, ne ćemo vjerovati svojim rukama. Eto na dlanu nešto ilovaste zemlje, par sivožutih kamenčića, a draguljima ni traga. Pučanina će nevježu zazebsti oko srca, u noge će mu ući strah i bojeći se, da što i gorega ne bude, gledat će se što brže odstraniti od toga strašnoga mjesta. Ta kako ne bi bilo strašno! Ta on je

vidio na svoje oči silno blago — samo drago kamenje —, a kad je htio da ga ubere, a ono svega ne stalo — tuj su morale biti nekakve vještice ili kaki drugi zli duhovi, koji su htjeli unesrećiti sirotu čovjeka. I eto ti pripoviesti o silnom blagu, što leži u onoj i onoj pećini, ali koje da izvadiš, treba popa s evangjeljem i t. d.

Nu mi ne ćemo biti tako lakovjerni i malodušni, te ne ćemo one zemlje, što smo je iz pećine uzeli, baciti, a da je pobliže ne promotrimo. Na žutoj zemlji i na kamenčićima vidjet ćemo vrlo fine končiće zelene boje, koji se propliću po zemlji poput paučine. Na nekim ćemo mjestima vidjeti, kako su iz tih končića izrasle sićušne modrikasto-zelene biljčice, kao sitna mahovina. Pa i nije ovo drugo do li vrsta maha, što ćemo je mi nazvati svietlećim mahom (Leuchtmoos, *muschio lucente),* a kojemu su biljari dali ime *Schistostega osmundacea.* Ovaj mah raste u srednjoj Evropi i to samo u razsjelinama ili na početku pećina, dokle još dopire nešto sunčanoga svjetla. Prije smo spomenuli končiće, kojima je ilovasta zemlja prepletena. To je tako zvana predklica (protonema). Kod mahova se naime iz truske, sitnoga zrna, što je u njih po prilici, što je u bilja drugoga sjemenka, ne razvije odmah prava mahovina, kakovu vidimo po kamenju i drveću rasti, već izrastu zeleni končići, koji izgledaju kao alge, što u barama rastu. Poslije nekoga vremena tek izrastu iz tih končića iliti predklice stabljičice odrasloga maha. Ta je predklica od svietlećega maha, baš uzrok onakomu pojavu. Pogledamo li pod sitnozorom predklicu od svietlećega maha, vidjet ćemo, da sastoji od cjevastih, razgranjenih stanica. Iz njih rastu u vis ogranci, na kojim se nalaze poredane krugljaste stanice poput bobâ u grozdu. Sve su ove krugljaste stanice u jednoj ravnini poredane i to tako, da je ova ravnina okomito postavljena na zrake svjetla, što dopiru u pećinu. Ove okrugle stanice imadu poput stakla bezbojnu i prozirnu kožicu i isto takav sadržaj, samo imadu još po četiri, šest ili osam okruglih zrnaca listnoga zelenila. Ova su zrnca postavljena uz kožicu na onoj strani stanice, što je okrenuta od svjetla, koja je dakle okrenuta k tamnom dnu pećine. Zrake svjetla, što dolaze neposredno kroz uzki otvor pećine, kada ulaze u krugljaste stanice, lome se kao u staklenoj kruglji i sve se svjetlo sastaje u jednoj točki na stražnjoj strani stanice, koju tada vidimo svietlu. Ako se na tom mjestu nalazi kaki predmet, to ćemo ga tada vidjeti razsvietljenim. U stanicama se okruglim od svietlećega maha nalaze na tom mjestu zrnca listnoga zelenila, te će

zato ona biti jače razsvietljena. Ako pustimo kroz staklenu leću sunčano svjetlo, to će se ono na drugoj strani sakupiti u jednoj točki, i ako se u ovoj točki nalazi kakvi predmet, to će on biti tako jako razsvietljen, da ga ne ćemo moći ni gledati. Tako se i onim krugljastim stanicama u svietlećega maha sakupljaju zrake svjetla, što prodiru u pećinu, na jednu točku, gdje sakupljene mogu jače djelovati na listno zelenilo i tako se može biljka i sa slabim svjetlom pomoći. A od česa ono svjetlucanje, što ga vidimo, kada motrimo mah u pećini? Zrake, što dolaze na krugljaste stanice, lome se i usredotočuju na zrnima listnoga zelenila. Nešto od tih zraka listno zelenilo upije, a drugo se odrazi i vraća se istim putem natrag, i ako je oko na putu, to će u oko doći i dobit ćemo osjećaj od zelene svietleće boje. Učinak se još povećaje, što je iza maha posve tamni zadak i našem će se oku tad još sjajnijim pričiniti čitav pojav.

A sada da se okrenemo k dubinama morskim, u kojim ima takodjer bilja. Sunčano svjetlo, što prodire u dubine mora, gubi se sve to više, što dublje prodire. U dubini od 200 m. vlada u moru već podpuna tmina; kod 170 m. svjetlo je jedva tako jako, kao što je mjesečina, koje je svjetlo preslabo za zeleno bilje. Istom u dubini od 90 m. može biti dovoljno svjetlo za bilje. Ali malo imade mjesta u moru, gdje bi i u toj dubljini bilo takovo svjetlo, jer se nalazi u njem vrlo često sitnih čestica, što ga mute i svjetlo oslabljuju. Osobito je na obalama morskim, gdje valovi neprestano krše kamenje, more mutno, tako da se može reći, da je poprieko 30 m. dubljina mora, u kom raste bilje sa listnim zelenilom. I u toj je dubini sunčano svjetlo slabo, a uz to, što je osobito važno, ono je promienjeno sasma, ono naime nije više bielo, kako velimo obično za sunčano svjetlo, već je ono modro. Voda, a osobito morska, izgleda modra, ako je dovoljno duboka. U nekoj je dubini u moru svjetlo modro, i ronilac bi vidio sve predmete oko sebe modro razsvietljene, kao od bengalske vatre. Bilje, što raste u takovim dubinama, sve same alge, za čudo su crveno bojadisane, a od zelenila, koje je inače glavno obilježje rašća, ne vidimo ni traga. Nu imadu i ove crvene alge isto onakova listnoga zelenila, kao što i ostalo bilje, samo što je ono sakriveno osobitom crvenom bojom, alginim crvenilom (phycoerythrin). Da možemo razumjeti sve ovo, valja nam nešto u pamet dozvati iz nauke o svjetlu. Bielo je sunčano svjetlo sastavljeno od raznih boja, koje sve zajedno djeluju na naš vidni živac kao bielo svjetlo. Pustimo li sunčanu zraku, da prodje kroz stakleni bridnjak, to ćemo vidjeti na drugoj strani, da ne će biti biela, već šarena, vidjet ćemo jednu uz drugu poredane one iste boje, što ih vidimo na dugi. Uz to ćemo vidjeti, da je zraka smjer svoj promienila, kada je prošla kroz bridnjak, izgleda kao da se je prelomila. Boje su poredane ovim redom: crvena, narančasta, žuta, zelena, modra i ljubičasta, gdje dakako jedna u drugu polagano prelazi. Od ovih je boja crvena boja najbliža smjeru zrake, što ga je imala, dok nije kroz bridnjak prošla, dakle je ona najmanje slomljena, dočim je ljubičasta najjače. Od ovih šest boja, od kojih je sunčano svjetlo sastavljeno, niesu sve od jednake koristi po zeleno bilje. Pokusi se našlo, da samo crveno, narančasto i žuto svjetlo pomaže u zelenom bilju stvarati hranu, a ostala ne. Ako bismo pustili zelenu biljku da raste n. pr. u modrom svjetlu, n. pr. izpod modroga stakla, to bi ona rasla kao da ga i nema, kao da je u tmini i doskora bi morala uginuti. Kako dakle mogu uspievati one crvene alge, što rastu u dubini morskoj, gdje je svjetlo modro? Njih je za to priroda snabdjela onom crvenom bojom. Mnoge tvari imadu svojstvo, da primaju u sebe svjetlo jedne boje, i ovo pretvaraju u svjetlo druge kakve boje. Tako isto svojstvo imade i ono crvenilo: ono prima u sebe modro svjetlo, koje pretvara u crveno, narančasto i žuto, koje je potrebno za stvaranje organske hrane algama. Tako dakle mogu i u ovakim dubinama, gdje je još slabo i vrlo promienjeno svjetlo, uspievati biljke pomoću osobite one crvene boje. Bez nje ne bi mogle živjeti i u istinu ne nalazimo ni jedne biljke zelene u takvim dubinama. Samo tik izpod površja morskoga nalazimo zelenoga bilja, kao već spomenutu kupusinu morsku i množtvo drugih raznih alga, a u većim dubinama nema zelenim biljkam ni traga, zelena vegetacija pretvorila se u crvenu, mislili bi, da smo na kojem drugom svietu, a ne na našoj zemlji.

III.

Poredanje lišća na stabljici: prešljenasto i izmjenito poredanje. — Odnošaj izmedju oblika i položaja listova.

U naravi je čovječjoj, da čovjek stvari i pojave, koje su mu slabo pristupačne, motri i proučava s većom pomnjom, nego li one,

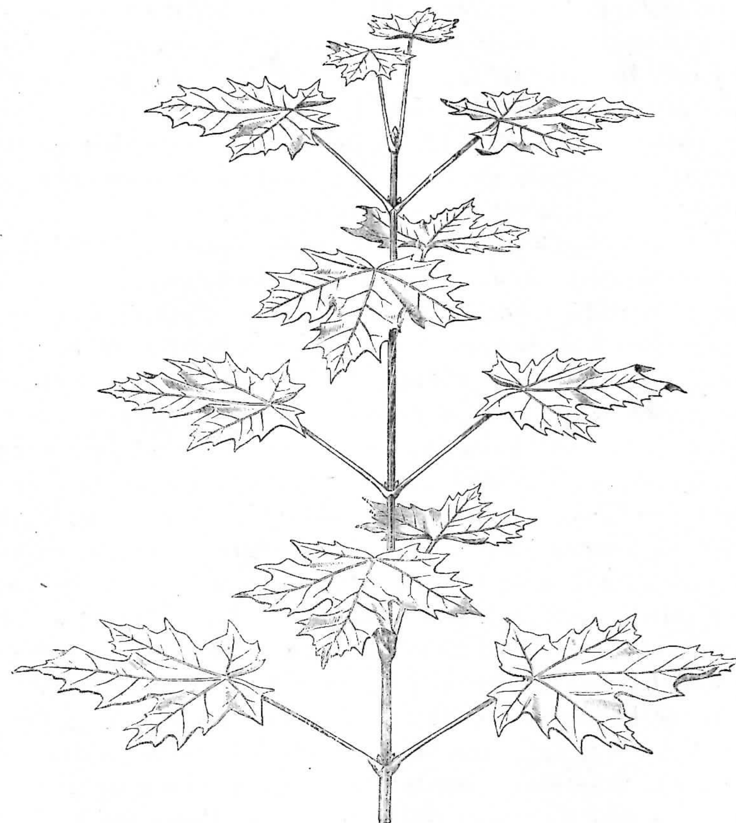
što ga uviek okružavaju i do kojih može bez ikakve muke doći. Životinju ili biljku kakvu, koja je iz dalekih krajeva, motrit će on s većom pažnjom i opažat će na njima neka obilježja, za koja će misliti, da ih nema na životinjama i biljkama, što se uviek u njegovoj okolini nalaze. Odkine li grančicu s lišćem od kakove biljke, težko da će je on pobliže motriti, misleći, da na njoj ne može biti što zanimivoga ili poučnoga, jedva će zamietiti oblik lišća ili što drugoga nuzgrednoga. Na jedan takav pojav hoćemo sada da upozorimo čitatelja, e da bi nam možda uspjelo koga potaći na promatranje stvari običnih, što nas uviek okružuju.

Ponamještenje se lišća na stabljici pričinja većini ljudi, da je bez ikakova reda. Pa ipak nije tomu tako. U istinu vlada tu stalni red i daleko je ovdje kakova nepravilnost. Brojkama se dade točno naznačiti poredanje lišća na stabljici kod raznoga bilja, što je pobudilo mnoge naučnjake na različite spekulacije, koje žalibog niesu ničemu vodile, jer su kod toga zaboravljali obično na najglavnije, a to je, kakova je korist biljci od takova poredanja lišća na stabljici. Mi ćemo ovdje samo nekoliko primjera navesti, u koliko nam dopušta prostor ove knjige.

Obično je onaj dio stabljike, gdje je list pričvršten, ponešto udebljan poput uzla, i zovu ga toga radi, kako smo već prije spomenuli, uzlićem. Onaj pak dio stabljike, što se nalazi medju dva takva uzlića, zovu članko m. Kod mnogoga bilja nalazimo na jednom uzliću po dva ili po više listova pričvršteno, i takav skup listova zovu prešljenom. Najrazšireniji su u bilju prešljeni sa dva člana, kao što nalazimo n. pr. kod jorgovana, masline, jasena, divljega kestena, mrtve koprive (Lamium) i t. d., kao što i kod raznih javora, od kojih imamo na sl. 32. naslikanu uzpravnu grančicu javora mlieča (*Acer platanoides,* Spitzahorn, *acero platanoide*). Ovdje vidimo na svakom uzliću po dva lista, koji su jedan drugomu nasuprot postavljeni poput ruku na čovječjem tielu. Obadva su lista u vodoravnoj ravnini jedan od drugoga za $^1/_2$ obodnice (180°) odmaknuti. Motrimo li listove, što se nalaze na sliedećem višem uzliću, vidjet ćemo, da se ovi ne nalaze upravo nad onima, već da ovi izpunjavaju prostor, što je preostao izmedju onih, tako da se u dva susjedna uzlića listovi križaju, što će nam slika razumljivijim učiniti. Motrimo li grančicu sa vrha, vidjet ćemo, da su svi listovi u četiri uzdužna reda poredani i da vodoravni razmak izmedju pojedinih listova iznaša $^1/_4$ obodnice (90°). Ovakav način poredanja

lišća, za koji smo kazali, da je prilično razširen u bilja, zovu nasuprotnim.

Kod zloljesine (*Nerium Oleander,* Oleander, *oleandro*) stoje u jednom prešljenu po tri lista i u vodoravnom su razmaku jedan od drugoga upravo za $^1/_3$ (120°) obodnice odmaknuti. I ovdje do-



Sl. 32 Uzpravna mladica javora mlieča. (Acer platanoides.)

laze listovi višega sliedećega prešljena u razmake donjega prešljena. Ako bismo mladicu zloljesine s vrha motrili, vidjeli bismo sve listove poredane u šest uzdužnih redova, tako da razmak izmedju redova iznaša $^1/_6$ obodnice (60°).

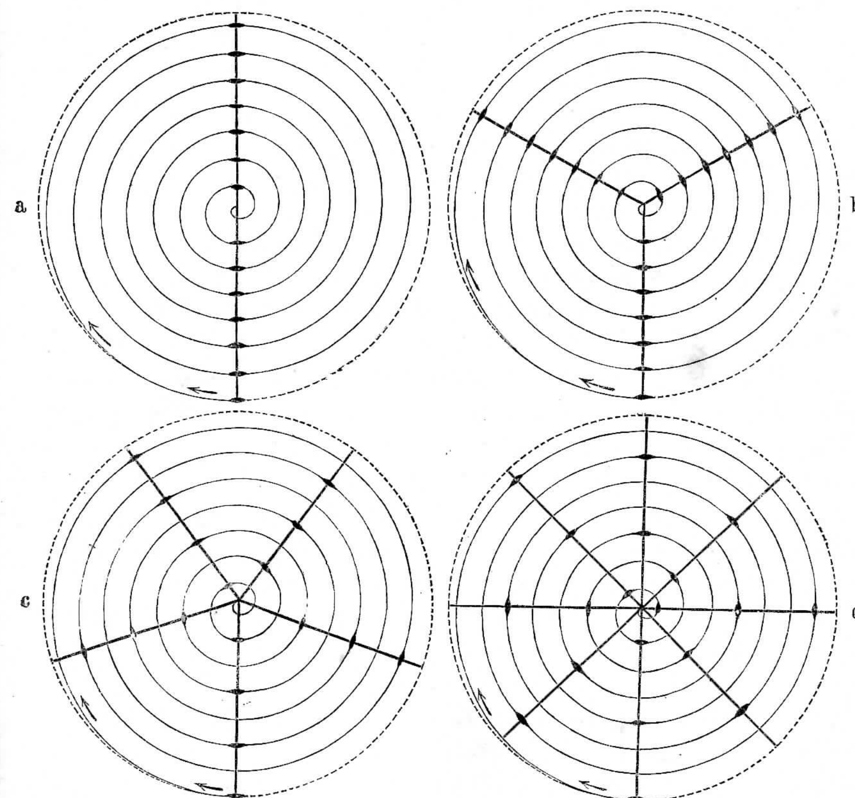
Mnogo je razšireniji način pričvrštenoga lišća, gdje se na jednom uzliću nalazi samo po jedan list. Na prvi bismo pogled

rekli, da su ovdje listovi bezredno ponamješteni. Nu u istinu nije tomu tako. Motrimo li koju takvu grančicu s vrha, vidjet ćemo, da su i tuj listovi poredani u dva, tri, pet i t. d. uzdužnih redova. Na grančici su oni listovi mladji, što su bliže vrha, a opet su stariji, što su udaljeniji od vrha. Idemo li od najstarijega lista, od mjesta, gdje on sjedi na stabljici, do mladjih, i pričvrstimo za donji kraj peteljaka konac, to ćemo vidjeti, da će on opisivati crtu zavojnicu (spiralu), tako da su listovi pričvršteni na stabljici u zavojnoj crti. Uzmimo, da imademo zavojno savinuto pero od žice, kakovo se meće u jastuke, divane i t. d., pak da na njem pričvrstimo u stalnim razmacima listove, dobili bismo jasan pojam o ovakovom načinu pričvrštenja listova na stabljici. Ovakav način pričvrštenja listova u zavojnoj crti zovu izmjenitim.

Od izmjenitoga poredanja lišća imade mnogo različitih vrsta, nu mi ćemo ovdje samo četiri najjednostavnije opisati, koje su ujedno i najobičnije. Za laglje razumievanje služit će nam slika 33., gdje imademo shematično prikazane ove četiri vrste. Stabljiku pomišljamo, da imade oblik čunja, što u istinu odgovara zbilji, jer je ona prema podini šira, a prema vrhu uža. Ovaka je čunjasta stabljika na slici naslikana, kako je vidimo s vrha. Od vrha se pak do podine vije zavojna crta, na kojoj su listovi pričvršteni, što je naznačeno točkama na slici. Samu stabljiku možemo pomisliti razdieljenu na jednake katove, kao kakovu kuću ili toranj, gdje su svi katovi jednaki medju sobom. U svakom se takovom katu nalazi na stabljici jednak broj listova, koji su i u vodoravnom razmaku i u okomitom jednako daleko jedan od drugoga razmaknuti.

Kod 1. slučaja (slika 33., *a*), kao što ga nalazimo kod žitarica (n. pr. kukuruz), briesta (*Ulmus*, Rüster, *olmo*), lipe (*Tilia*, Linde, *tiglio*) i t. d., nalaze se u svakom katu samo po dva lista. U vodoravnom su smjeru ovi listovi, kao što vidimo i na slici, razmaknuti jedan od drugoga za $^1/_2$ obodnice. Povučemo li od donjega starijega lista crtu do sliedećega gornjega mladjega po površini stabljičinoj, to ćemo dobiti zavojnu crtu. U ovom se slučaju ovija oko stabljike u jednom katu zavojnica samo jedan put. Ovaj se položaj opetuje isto tako u drugom, trećem i t. d. katu. Mi vidimo kod toga, da je donji list drugoga, trećega i t. d. kata uviek točno nad onim donjem od prvoga kata, tako da, motrimo li ovaku grančicu s vrha, vidimo sve listove poredane u dvie uzdužne crte, koje su točno jedna drugoj nasuprot, kao što to vidimo i na šematičnoj slici. Budući da su ovdje listovi u jednom katu jedan od drugoga za $^1/_2$ obodnice odmaknuti, to se zove takav položaj lišća položaj jedne polovine.

Na uzpravnim grančicama johovim (*Alnus*, Erle, *alno*), ljeskovim (*Coryllus*, Hasel, *nocciuola*) i bukovim (*Fagus*, Buche, *faggio*) možemo vidjeti drugi slučaj (sl. 33. *b*). Ovdje se nalaze u



Sl. 33. Shematično prikazivanje izmjenitoga pričvrštenja listova.

svakom katu po tri lista: jedan donji, jedan srednji i jedan gornji. Po dva su ovaka lista, što sliede po starosti jedan za drugim, u vodoravnom razmaku jedan od drugoga, za jednu trećinu obodnice razmaknuti. Spojimo li redom listove zavojnom crtom, to ćemo vidjeti, da će ona učiniti u jednom katu samo jedan podpuni okret.

U drugom, trećem i t. d. katu dolazi donji, srednji i gornji list točno nad donji, srednji i gornji list prvoga kata, tako da dobijemo tri uzdužna reda listova. Ovaj se način poredanja listova zove položajem jedne trećine.

Treći slučaj, što ga nalazimo kod hrasta, nekih vrba i krkavina (*Rhamnus*, Wegdorn, *spina crocefissi*), imademo shematski naslikan na slici 33. *c*. Ovdje se nalazi u jednom katu po pet listova, koje ćemo po starosti nazivati prvi, drugi, treći, četvrti i peti list. Dva lista, što sliede po svojoj dobi jedan za drugim, odmaknuti su jedan od drugoga u vodoravnom razmaku, kao što i na slici vidimo, za $^2/_5$ obodnice, česa se radi i zove ovakav način poredanja listova položajem dviju petina. Spojimo li crtom svih pet listova, kako sliede po svojoj dobi, dobit ćemo crtu zavojnicu, koja se dva puta okreće oko stabljike. Ako imade na grančici više katova, to će uviek doći prvi list donjega, trećega i t. d. kata točno nad prvi list prvoga kata; drugi list drugoga, trećega i t. d. kata točno nad drugi list prvoga kata i t. d., te ćemo tako dobiti pet uzdužnih redova listova.

Napokon ćemo još spomenuti četvrti slučaj, što ga nalazimo naslikana na slici 33. *d*, a koji dolazi na ružama, malinama, kruškama i t. d. Ovdje se nalazi u jednom katu po osam listova, koje i ovdje možemo po njihovoj dobi nazivati prvim, drugim, trećim i t. d. U vodoravnom su razmaku ovdje po dva lista, što sliede jedan za drugim odmaknuti jedan od drugoga za $^3/_8$ obodnice. Sliku *d* vidimo sa radijalnim pravcima razdieljenu na 8 jednakih dielova, a po tom i obodnicu kružnu. Motrimo li koja god dva lista (koji su ovdje točkama naznačena), koji sliede po dobi jedan za drugim, to ćemo vidjeti, da su izmedju njih upravo tri diela obodnice ili $^3/_8$. Toga radi zovu ovaki položaj lišća položajem triju osmina Imade li na grančici više katova, to će upravo kao i u prijašnjim slučajevima doći prvi list drugoga, trećega i t. d. kata točno nad prvi list prvoga kata, a drugi list drugoga, trećega i t. d. kata točno nad drugi list prvoga kata i t. d., tako da ćemo i ovdje dobiti osam uzdužnih redova listova.

Osim ovih jednostavnijih položaja listova imade ih još $^5/_{13}$ $^8/_{21}$, $^{13}/_{34}$, $^{21}/_{55}$ i t. d. Poredajmo u jedan red sve spomenute položaje, to ćemo dobiti ovaj red: $^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_5$, $^3/_8$, $^5/_{13}$, $^8/_{21}$, $^{13}/_{34}$, $^{21}/_{55}$ i t. d. U ovom redu vidimo nešto zanimljiva: vidimo, da je u svakom ovom čestniku brojnik jednak zbroju brojnika dvaju prediducih nazivnika, a isto tako i nazivnik. Osim ovoga reda opažali su, ali mnogo rjedje, još i ovaj: $^1/_4$, $^1/_5$, $^2/_9$, $^3/_{14}$. $^5/_{23}$ i t. d.

A kako se mogu naći na biljci ovi razni položaji? Uzmimo, da imademo grančicu sa lišćem od hrasta. Uzmimo koji god list, n. pr. najdonji, i zabilježimo ga sa 0; zatim idimo do sliedećega višega lista i zabilježimo ga sa 1 i tako redom, dok ne dodjemo do prvoga lista, što točno stoji nad onim, što smo ga zabilježili sa 0. U našem ćemo slučaju, kod hrasta, vidjeti, da je to list, što smo ga zabilježili sa 5. Kod toga smo morali oko grančice dva puta obići i eto nam brojeva, što smo ih tražili: dva puta smo morali obilaziti oko grančice, dok smo došli do prvoga lista, što stoji nad 0, a zato uzmemo broj dva za brojnik, a sa 5 smo naznačili list, što je stojao nad 0, i zato uzmemo broj 5 za nazivnik u čestniku $^2/_5$. Po tom imademo ovdje položaj $^2/_5$. Mnogo je teže u onim slučajevima, gdje imademo čestnike, u kojim su i brojnici i nazivnici oveći brojevi. U takvim slučajima više puta ne možemo sigurno odrediti položaja, pače je kadkad i nemoguće.

Bez sumnje je ovakav pravilni položaj lišća od koristi po biljku. Uzrok je tome upravo u razsvjeti: uzmimo, da su bez reda poredani listovi na grančicama, lako bi se dogodilo, da bi neki listovi bili uvieke zasjenjivani od drugih, a to bi ih priečilo u obavljanju njihovoga najglavnijega posla. Budući da su listovi u redove poredani uzduž grančice, to već tako lako ne bude: ako grančica uzpravno stoji, to će doduše o podne, dok sunce okomito svoje zrake baca, gornje lišće zasjenjivati ono, što se nalazi izpod njega. Ali znademo, da kroz dan mienja prividno svoj položaj sunce na nebu i tako će biti ono lišće, što je o podne zasjenjeno, prije podne ili poslije podne razsvietljeno i moći će tada vršiti svoj posao.

U obće može se reći, da je to manje uzdužnih redova lišća na grančicama, što je lišće kraće i šire, a obratno ih imade više, što je ono dulje i više. Uzrok je tomu taj, što bilje nastoji zgodno upotrebiti svako mjesto, kuda bi svjetlo moglo doprieti. Široko i kratko lišće, koje bi bilo poredano u mnogo redova uzdužnih, tako da bi imalo položaj od velikih brojeva u brojniku i nazivniku, smetalo bi jedno drugo: gornje bi priečilo svjetlu pristup k donjemu lišću. Nasuprot bi uzko i dugačko lišće, što bi bilo u malo uzdužnih redova poredano, previše svjetla mimo sebe propuštalo, što ne bi ni od kakove koristi bilo po biljku. S toga ćemo obično uviek naći odnošaj izmedju širine i duljine lista i položaja njegovoga na

stabljici. Osobito je onakovo bilje zanimljivo, koje je srodno medju sobom, a koje imade različitog oblika lišća. Osobito je zanimljiv u tom rod vrba, u kom imade vrsta sa okruglim, eliptičnim i bodkastim lišćem. Mrežasta vrba *(Salix herbacea)*, što raste na visokim planinama, imade okruglo lišće i u nje je položaj $^1/_3$, iva *(Salix Caprea)*, imade eliptično lišće s položajem $^2/_5$, vrba prašljika *(Salix pentandra)*, sa uzkim, bodkastim lišćem, imade položaj $^3/_8$, dočim sieda vrba *(Salix incana)*, što imade vrlo uzko i dugačko lišće, poput crte, pokazuje položaj $^5/_{13}$.

Nu nije dovoljno za zgodno razsvjetljenje, kakav je razmak u vodoravnom smjeru. Dugačko lišće, neka imade i najzgodniji vodoravni razmak, smetalo bi jedno drugomu, kada bi bilo pregusto jedno povrh drugoga pričvršteno. S toga mora biti i osovni razmak izmedju lišća zgodno odredjen: obično nalazimo, da što je lišće dulje, to je i osovni razmak veći, jer tako preostane dovoljno prostora, kuda će moći sunčane zrake prodirati. I smjer listova, kako oni kosije ili okomitije stoje na stabljici, pomaže kod toga. Onakvi listovi, što stoje koso na grančici, manje će oduzimati svjetla donjim, nego li onakovi, što stoje okomito. Kod mnogoga bilja vidimo, kako su gornji listovi koso, dočim su drugi okomito na stabljici položeni. Donji listovi, što čine pravi kut sa stabljikom, ne mogu oduzimati svjetla drugomu lišću, jer ga nema izpod njih, dočim gornji tim, što su koso položeni, mnogo ga manje oduzimaju, nego li kada bi i oni okomito stajali na stabljici.

I na drugi način znade se bilje pomoći, da mu bude lišće što zgodnije razsvietljeno. Kod zeljastih biljaka nalazimo veoma često, da niesu svi listovi jednake duljine na istoj stabljici. Na uzpravnim stabljikama nalazimo donje lišće dulje, osobito su mu peteljke dulje, a što je lišće bliže vrhu, to je kraće, i ono blizu vrha obično nema peteljaka, za što bismo mogli na stotinu primjera navesti iz same naše cvjetane. Na taj način dobije čitava biljka oblik piramide, što n. pr. vidimo kod divizme *(Verbascum,* vidi sliku 12.), koju smo već prije spominjali. Posve je razumljivo, da je na taj način mnogo zgodnija razsvjeta: gornje kraće lišće ne može zasjenjivati donjega duljega. Tako se isto nalazi lišće razne duljine i kod onakvoga zeljastoga bilja, koje nema visoke uzpravne stabljike. Kod mnogih vrsta ždralinca *(Geranium,* Storchschnabel, *geranio)*, zvončića *(Campanula,* Glockenblume, *campanula)*, kod krasuljka *(Bellis perennis,* Gänseblümchen, *margherittina)*, trputca *(Plantago,* Wegerich, *piantaggine)* i mnogih drugih razvija se tik nad zemljom ružica od lišća. Iz sredine njezine izraste jedna ili više stapaka, koje nose na sebi cvieće. Lišće je ovakih ružica položeno na zemlju i ono raste iz stapke jedno tik drugoga, tako da gotovo i nema osovnoga razmaka medju njima. Kada bi bilo lišće u ružicama sve jedne duljine, to bi mladje moralo posvema pokrivati starije, kao što jedan list u knjizi pokriva drugi. Nu tomu je ovdje pomoženo na taj način, što je lišće nejednako dugo, obično što starije imade dulje peteljke od mladjega. Tako je donje starije lišće odmaknuto peteljkama od stabljike, a plojke gornjega mladjega lišća ne pokrivaju plojke donjega, već leže nad njihovim dugačkim peteljkama. Motrimo li ovakovu ružicu odozgo, vidjet će nam se kao cviet od ruže, gdje vidimo oko središta pravilno poredane latice, česa radi je i zovu ružicom.

Do sada smo imali na umu uzpravne stabljike i grančice. Da li se i vodoravne i kose grančice isto tako pomažu kao i uzpravne? Pomislimo, da je uzpravna grančica od javora mlieča, koju imademo na 33. slici nacrtanu, položena vodoravno. Bi li mogla biti razsvjeta od sunca u ovakom položaju zgodna za lišće? Nipošto ne bi! Jer bi, kako vidimo po samoj slici, došle sve plojke osovno i zrake bi sunčane prolazile mimo njih, te bi ih tako vrlo slabo razsvjetljivale. Kako će se dakle tomu zlu predusresti kod onakih grana, što postrance iz debla vodoravno ili koso izilaze? Uzmemo li od kojega god takvoga drveta ili i od koje zeljaste biljke grančicu, što vodoravno ili koso raste, vidjet ćemo, da je to pitanje na jednostavan način riešeno: svim su listovima peteljke tako svinute, da im plojke dospiju u jednu jedinu ravninu, na koju će moći sunčane zrake okomito padati. Ovakove grančice izgledaju, kao da je njima lišće u dva reda poredano.

Još ćemo spomenuti jedan način, na koji je omogućena zgodna razsvjeta svega lišća. Vrlo često nalazimo lišće na različit način izrezano i razdieljeno, tako da izgleda kao da je sastavljeno od samih krpa ili vrpca. Gornje lišće, što imade ovake ureze, propušta kroz njih svjetlo do donjega, i ako padaju na nj uzke sjene od gornjega lišća, to ne čini štete, jer se ove sjene mienjaju prividnim gibanjem sunca na nebu. Ovako razsječeno i razdieljeno lišće nalazimo kod vrlo mnogo našega bilja, n. pr. kod kokotca *(Delphinium,* Rittersporn, *consolida reale)*, mnogih štitarka *(umbelliferae)*, n. pr. kod kumina *(Carum carvi,* Kümmel, *comino)*, mrkve *(Daucus Carota,*

*

Möhre, *carota,)* kopra *(Anethum graveolens,* Dill, *aneto)* it. d. Budući da su ovdje listovi razrezani na vrlo uzke krpice, to je razumljivo, da će biti čitav dan jednomjerno razsvietljeni od sunčanoga svjetla.

IV.

Obrana zelenoga lišća od napadaja životinje. — Otrovi. — Trnje, bodljike, žaoke, štetine. — Mimikrija u bilja.

Bog je obdario životinje različitim sredstvima, da se mogu obraniti od neprijatelja: jednim je dao brzinu, da mogu uteći svojim napadačima; drugim razno oružje, da se mogu njime od njih obraniti; trećim boju tiela, koja nalići posvema okolici, u kojoj živu, tako da ih neprijatelji ne mogu upetiti. Sve životinje mogu se gibati i većina njih može se biegom spasti. Biljke se ne mogu s mjesta, na kom su porasle, maknuti, i kako na njih vreba bezbroj gladnih želudaca, to bi se ono moralo predati na milost i nemilost svojim zatiračima. List je vrlo zgodna hrana za biljožderne životinje: stanice, od kojih je on sagradjen, pune su prasluzi i zrnaca listnoga zelenila, što je dobra hrana za životinje. Uz to nastaje u njima pomoću svjetla skrob i razni sladori, sve same takove tvari, koje su za biljožderne životinje najzgodnija hrana. Mi znademo, od kakove je važnosti po bilje njegovo lišće: biljka, kojoj sve lišće odkinemo, mora uginuti. Tako će biti s njom, ako joj lišće životinje izjedu: ona će morati stradati. Životinje se umnažaju to više, što imadu više hrane, i lako možemo pomisliti, da bi one, umnožav se previše, mogle utamaniti sve bilje. Nu kako je mudro u prirodi uredjeno i kako se tome predusrelo! Ako je Stvorac dao životinjama razna sredstva za obranu, dao je i biljkama: nije ih on pustio na milost i nemilost njihovim neprijateljima, već je i njima dao različito oružje, kojim će se moći štititi od njih.

Prerazličita su sredstva, kojim se štite biljke od životinja. Jedno su takovo sredstvo različiti otrovi, što ih nalazimo ponajvećma u lišću, a i u drugim dielovima biljnim. Najljuće upravo otrove poznajemo iz biljnoga carstva: spomenimo samo kuaru, otrov, što ga prave američki Indijanci iz nekih otrovnih biljaka. I najjača životinja ugine za par časova, ako je ma samo neznatno rani striela, namazana kuarom. Najljuće su otrove pravile vračarice u srednjem vieku iz biljaka. Otrovi, što služe biljci za zaštitu, moraju biti takovi, da ih životinja već prije zamjeti, no što će početi biljku

žderati. Neke se otrovnice poznaju time, što neugodno miriše, i toga radi ih životinje ne će ni da dirnu, kao što su smrdac ili kožnjak *(Datura stramonium,* Stechapfel, *pomo spinoso),* bunika *(Hyoscyanus niger,* Bilsenkraut, *giusquiamo),* kukuta ili cvolina *(Conium maculatum,* Schierling, *cicuta),* vučja jabuka *(Aristolochia,* Osterluzei, *aristologia)* i habdovina *(Sambucus Ebulus,* Attich, *ebbio).* Nu imade jakih otrovnica, koje neozledjene ne miriše nikako, pa ih ipak životinje poznaju i puštaju ih u miru. Moguće, da imadu takve biljke kakovih tvari, koje ne djeluju na naš njuh, već samo na životinjski. Takove su biljke n. pr. crni kukuriek *(Helleborus niger,* schwarze Nieswurz, *elleboro nero),* razne vrste jedića *(Aconitum,* Eisenhut, *aconito),* čemerika *(Veratrum album,* Germer), mrazovac *(Colchicum autumnale,* Herbstzeitlose, *colchico),* likovac *(Daphne Mezereum,* Seidelbast, *camelea),* razni mlječari *(Euphorbia,* Wolfsmilch, *latte di lupa).* Na mjestima, gdje ove biljke rastu, naći ćemo ih uviek netaknute od životinja, što pasu, dočim je ostalo bilje, što nema obrane, gotovo posve uništeno. Zanimivo je, da imade bilja, koje nema alkaloida (otrova) u sebi, a niti je kako drugčije zaštićeno, pa ga ipak marva ne će žderati, kao što su n. pr. mahovi, paprati, čuvarkuće *(Sempervivum),* konopljanke *(Linaria vulgaris)* i dr. Moguće, da imadu u sebi kakih tvari, koje su neugodne za životinje.

Otrovi biljni ne djeluju na sve životinje otrovno: nekim malo škode, dočim nekim upravo ništa. Jedno je od najjačih naših otrovnica velebilje *(Atropa Belladona,* Tollkirsche, *belladonna),* i sve je naše životinje biljožderne u miru puštaju poradi ljutoga otrova, što se u svim njezinim dielovima nalazi. Time je velebilje zaštićeno od uništenja. Nu za čudo živi na njegovom lišću jedna vrsta buhača *(Haltica Atropae),* sitnoga kukčića, što je srodan s buhačem, koji štetu čini na kupusu. Onaj se buhač hrani lišćem od velebilja i otrov mu njegov ni najmanje ne udi. On znade lišće od velebilja posve izbušiti, tako da izgleda kao kakovo rešeto. Po tom vidimo, da je velebilje svojim otrovom zaštićeno samo od većih životinja, dočim od sitnoga buhača nije. Nu to nije od velike štete: jer buhač može tek neznatni dio biljčin uništiti, a ona sama može uz to i zrio plod donieti, što ne bi bilo, kada bi ga veća životinja n. pr. govedo, smjelo jesti, jer bi ga ono posve uništilo.

Mnogo su različitija i očitija sredstva, kojim se bilje brani od neprijatelja, što ga zovu oružjem biljnim. Svakomu su poznati trnovi i bodljike, što ih nalazimo na vrlo različitim biljkama.

Biljari razlikuju trn od bodljike, kao dva različita organa. Pod trnom razumievaju onakav dio biljnog tiela, koji imade u sebi cievne snopiće, a okanča se oštrim šiljkom, dočim bodljika nema u sebi nikada cievnih svežčića. Imade izmedju obiju organa mnogo prielaza, tako da je često puta vrlo mučno odsjeći, što imademo trnom, a što bodljikom nazivati. S toga i niesu botaničari dosljedno svuda proveli ovo nazivlje.

Trnje i bodlje nalazimo ili na samom organu, kojega ima štititi od napadaja životinja, ili i na drugim, ali tada uviek u blizini njihovoj. Trnje i bodlje mogu postati promjenom od najrazličitijih organa: u crnoga su trna *(Prunus spinosa*, Schwarzdorn, *spina nera)* kratke grančice, kojim je vrh šiljast; kod žutike *(Berberis vulgaris*, Sauerdorn, *crespino)* se prometnu neki listi u trnje, dočim kod stričaka *(Carduus*, Distel, *cardo)* samo neki dielovi lista prelaze u trnje. I ovdje vlada raznoličnost, kakovu smo u prirodi naučni opažati, što sve vodi jednomu cilju, da zaštiti biljku od proždrljivosti životinjske.

Drveću, što dostigne znatnu visinu, nije potrebno oružja za obranu kroz čitav život: u mladosti, dok je još nizko, nalazi se u pogibli, da ga blago, što pase, ne liši lišća; nu kada mu se krošnja uzdigne nad visinu životinja, ne treba se više toga bojati. Obična divlja kruška *(Pyrus communis)*, dok je još grm, prepuna je trnja, što iz nje na sve strane strši, koje je štiti od nezasitnih želudaca. Na povećem stablu od divlje kruške nema više trnja, onoga ne treba, jer sada ne može ni najviše govedo do lišća doseći. Slično je i u grohova ili božikovine *(Ilex Aquifolium*, Stechpalme, *agrifoglio)*. Dok je božikovina još grmić, imade lišće na rubu bodljikave zube, dočim je na visokim stablima lišće gotovo cieloga okrajka bez ikakih bodljika.

U onakim će pokrajinama, gdje u neko doba godine imade samo malo bilja, biti ono najjače izvrženo napadajima biljoždernih životinja. U hrvatskom Primorju i susjednim otocima, kao i u svim zemljama oko Sredozemnoga mora, vlada ljeti, kako smo već prije spomenuli, suša, i od većine bilja tada preostanu samo podzemni dielovi, kao što su podanci, lukovice i gomolji. Na taj je način zaštićeno takovo bilje od suše, a i nema se bojati životinja. U to doba preostaju samo onakve biljke, koje su dobro zaštićene od pogibli prejake izhlapnje. Ali je to bilje izloženo sada još većoj pogibli, da ga pasuće životinje ne unište. U proljeće je bilo mnogo više bilja, dakle je i manje pogibli bilo za nj nego ljeti, gdje ga

većina spava ljetni san. Ne ćemo se sada odviše čuditi, kada saznademo, da je u zemljama oko Sredozemskoga mora i u sličnim krajevima Perzije ljetno bilje oboružano, kako gotovo nigdje drugdje. Već je stari Teofrast nazvao grmlje, što u Grčkoj raste i koje je puno trnja, imenom *Phrygana*, koje se još i danas u znanosti upotrebljuje. Ovdje su trnovi kratke grančice, koje strše na sve strane, a izmedju njih se nalazi lišće. Ovo je trnje prve godine mekano i zeleno, i obavlja istu zadaću, što je obavlja i lišće. U jesen odpada lišće, dočim trnje preostaje. Sliedeće godine posmedji trnje, otvrdne i zaštićuje mlado lišće, što je izmedju njega medjutim poraslo. Trnje će svakoga raniti, tko ga se nesmotreno dotakne. Takovo bilje ne daje baš liepoga izgleda kraju, u kom raste, ali mu zato daje osobito obilježje. Smedji grmovi pokrivaju takove krajeve, a iz njih strše na sve strane oštri trnovi, kao bodljike u ježa, a proždrljiva se koza ne smije približiti lišću, što se nalazi iza njega. Rastu u tim krajevima neke vrste kozlinca *(Astragalus)*, koje pokazuju takodjer osobit način zaštite. Mi ćemo za primjer uzeti jednu vrstu *Astragalus Tragacanta*, od kojega se dobiva tragant. Malen je to grmić. Lišće imade peroliko sastavljeno, kao n. pr. što imade bagrena *(Robinia Pseudoacacia)*. Na peteljci se nalaze s jedne i s druge strane listići poput izperaka na ptičjem peru. Kada se lišće podpuno razvilo, odpadaju koncem ljeta listići s peteljke, tako da preostane sama peteljka, koja se sada prometnula u dugački sivi trn. Na vrhu grančica vidimo sada kitu takova trnja, a medju njima se nalazi pupoljak, iz kojega druge godine u proljeće protjera novo lišće. Ovo je sada sasma dobro zaštićeno od biljoždernih životinja: lišće se vidi kao kroz rešetku, koja je načinjena od samih oštrih trnova, koji strše na sve strane.

Nešto drugojačije nalazimo zaštićeno lišće u naše obične žutike *(Berberis vulgaris)*. Na dugačkim njezinim granama vidimo lišće, nu koje bismo jedva držali takvim. Ovdje su se razvili listovi u trnje, i da nema na žutiki podpunih prielaza od običnoga lišća do ovakih trnova, jedva bi tko htio vjerovati, da su oni trnovi osobitoga oblika listovi. Ovi su trnovi pri dnu grančice razciepani u pet do sedam, a prema vrhu njezinom u tri šiljka, koji na tri strane strše. Tik svakoga ovakoga trna imade kratka grančica, na kojoj se nalaze obični zeleni listovi, dočim joj se vršak okanča pupoljkom. U jesen odpadnu ovi zeleni listovi i preostaje samo pupoljak i trnoviti listovi. Sliedećega proljeća potjeraju iz pupoljka

mladi sočni listovi, koji su sada izvrstno zaštićeni od napadaja biljoždernih životinja onim trnovima.

Na mexičkoj visočini imade bilje kroz mnogo mjeseci izdržati najjaču sušu. Za to se ga vrieme većina posuši i ugine, ili se kao i ono oko Sredozemskoga mora uvuče u podzemne svoje česti. Na suhom pješčanom ili kamenitom tlu, razžarenom od žarkih zraka sunčanih, vidjeti je u to doba čudnovatoga bilja, kaktusa, koje uzdura i to težko doba godine. Čudni su to stvorovi!

Tek kada vidimo cviet, reći ćemo, da su i kaktusi prave biljke, a bez cvieta bi čovjek, koji ih još nije vidio, razbijao glavu s pitanjem, kakve li su to stvari? Imade tu oblika, koji su podobni stupu, drugi razgranjenom sviećnjaku, treći dinji, četvrti kruglji i t. d. Svi su ti različiti oblici ono isto, što zovemo u drugoga bilja stabljikom. Kaktusove su stabljike zelene i sočne. One imadu istu zadaću, koju imade u drugoga bilja lišće: zelena im kora mora stvarati hranu, a sok, što ga u njima nalazimo, služi kao rezerva za vodu, što je treba kaktus kroz dugi dio godine, kada vlada suša. U to sušno doba, kada je sve sočno bilje posušeno, kada su sva vrela i mlake usahnule, izvrstna bi okrepa bila za ožednjele životinje, što po onim stranama prebivaju, ovakvi sočni kaktusi. Nu kako bi za ove dobro, tako bi po kaktuse naopako bilo. Majka priroda dala je njima zato strašno oružje, pred kojim će morati i najžednija životinja uzmaći. Čitavo im je stablo pokriveno jakim, tvrdim i dugačkim bodljikama, i svaka životinja, koja bi htjela da zagrize u kaktus, mora s krvavom gubicom uzmaći. I trnovi su kaktusa osobitoga oblika listovi. Glavnu je zadaću listova preuzela stabljika, a oni su stali na obranu njezinu. Kolika je mnogoličnost u tim trnovima! Svaka gotovo vrsta kaktusa imade drugoga oblika trnje, a i opet se često na istoj vrsti nalazi više različitih oblika. Imade ih kratkih i do osam centimetara dugačkih, ravnih i svinutih, s ravnim šiljkom i s kukom na vrhu, u obće toliko različitih oblika, da kada bismo sve te razne oblike jedan do drugoga pometali, dobili bismo liepu zbirku oružja. Neke vrste kaktusa n. pr. iz roda *Melocactus*, što su okrugle, izgledaju kao ježevi morski: od nikuda mu se ne možeš primaći, a da ne bi naišao na strašne bodlje. Osim ovakih velikih trnova imadu kaktusi još jednu vrstu oružja, koja ako i nije tako očita, a to nije ipak ništa lošija. To su osobita vrsta dlaka, što pokrivaju osobito mlade pupoljke. Dotaknemo li se kaktusova pupoljka, odmah ćemo osjetiti, kakvo su strašno oružje one sićušne štetinice, što ih vidimo kao sive dlačice na njemu. Na onom ćemo mjestu, kojim smo se dotakli pupoljka, domala osjetiti vrlo neugodni svrbež, i hoćemo li ga trvenjem odstraniti, to ćemo protivno polučiti, no što smo htjeli, jer će nas tada koža još jače žeći i svrbjeti. Na takvom će mjestu koža pocrvenjeti i upaliti se, a ako smo se jače ožegli, možemo kadkada dobiti poradi toga i laku groznicu. Da se upoznamo s ovim neugodnim štetinicama, valja nam ih promotriti pod sitnozorom. Svaka je takva štetinica sagradjena od velikoga broja stanica, od kojih su one, što su na vrhu štetine, produljene u šiljak. Ostale su stanice takodjer produljene u šiljak, samo što nije taj okrenut prema vrhu štetine, već poput kukice na udici na protivnu stranu. Po tom izgleda čitava štenina kao udica s vrlo mnogo kukica. Šiljkom na vrhu zabode se štetina lako u kožu životinje, a kukice, što su prema dolje zakrenute, prieče, da se ne može izčupati štetina iz rane. Taremo li po ozledjenom mjestu, to će štetine još dublje ulaziti radi kukica u ranu, što će još većma prouzročiti svrbež. Radi kukice ne može štetina izaći iz ranice, što prouzročuje upalu kože. Iz toga vidimo, kako su kaktusi izvrstno zaštićeni od napadaja životinjskih. Podivljali magarci, što žive u Mexiku, a i pitomo blago, znade, natjerano od silne žedje, kopitima i papcima raztrgati kaktuse, samo da dospije do sočne sredine, ali kod toga ljuto nastrada, jer dobije obično težke ozlede na nogama, koje ne će da brzo zaciele.

Mnoge trave *(graminea)*, a osobito šaševi *(Carex)* imadu osobito oružje za obranu svoga lišća. Na rubu njihova lišća nalaze se stanice, koje izgledaju kao zubci na pili. Kožica je u ovih stanica tvrda od kremena, što se u njima naslagao. Potegnemo li oštrim rubom ovakvoga lista po koži, možemo se vrlo lako porezati kao kakvim nožem. Osobito se to lasno zbude na koži sluznici u ustima. S toga nam je razumljivo, zašto krmu, u kojoj ima odviše šaša, ne će blago do u najvećoj nuždi da jede. Oštrim rubovima lišća lako si može blažče ozliediti sluznicu u ustnoj šupljini, što mora jake boli uzročiti.

Kao što imadu kaktusi sitnih štetina za obranu svojih pupova, tako imadu i mnoge druge biljke na lišću oporih štetina, koje ih štite od napadaja životinja. Imade čitava obitelj biljna, koja je dobila od oštrih štetina, što se nalaze na lišću, ime oštrolista *(asperifoleacae)*. Ovamo spadaju n. pr. lisičina *(Echicum)*, gavez *(Symphytum)*, poreč *(Borago)*, mišinac *(Cynoglosum)*, žabinac iliti potočnica *(Myosotis)* i t. d. Štetine su im sa-

gradjene od jedne stanice, koja je u šiljak produljena. Kožica stanična od štetine jest opora od kremena, što je u njoj uklopljen, i može se lako zabosti u nježnu sluznicu životinjskih usta, što prouzročuje neugodnosti. Toga radi i većina životinja ne dira u bilje s oštrim štetinama.

Mnogo su sigurnije od ovih onake biljke, što posjeduju žaoke, kao naše koprive. Na livadama, gdje blago pase, naći ćemo većinom bilje sve do koriena odgrizeno, a oružano bilje, osobito koprive, netaknuto. Nije oružje u koprive očito, ali kao što se čovjek tako i svaka životinja brzo uvjeri o njezinom prisuću. Tražimo li jagode sakrivene u travi, povući ćemo brzo ruku natrag radi boli, što smo je osjetili, kad smo se sakrivena lista koprivova dotakli, i ako ćemo htjeti i nadalje tražiti jagode, to ćemo činiti uz najveću opreznost, da se ne bi i opet dotakli nemile biljke. I životinja će se brzo, koja se pasući dotakla koprive, povući i pustiti je u miru. To izvrsno oružje, što ga posjeduje kopriva za svoju obranu, sastoji u osobitoj vrsti štetina, u žaokama. Žaoke sastoje od jedne stanice, koja je prema dolje poput kijačice udebljala, a prama gore se stanjuje i okanča u sitnu zavinutu kvržicu. Izpod te kvržice je stanična kožica vrlo nježna i krhka radi kremena, što se u njoj nalazi. Dotakne li se kaki predmet kvržice, to će se kožica izpod nje koso prekinuti i na žaoki će se načiniti kosi otvor s oštrim rubovima. Žaoka imade sada oblik otrovnoga zuba zmijinoga i lako se u mekani predmet, kao što je n. pr. čovječja ili živinska koža ubode. Čim se to zbude, izteče u ranu i sok, što se nalazi u stanici žaoke, a on prouzročuje onu poznatu bol. U tom su soku našli mravlje kiseline, kakve imadu n. pr. i mravi za svoju obranu. Nu čini se, da sama mravlja kiselina nije uzrok ovoj boli, već će biti u nutra još i nekakvih do sada nepoznatih otrova. Bol, što je osjećamo, vrlo je slična onoj, koju ćutimo, kada se opečemo i toga radi i narod veli, da se čovjek opekao ili ožegao na koprivi. Koža pocrveni i stvore se mjehurići, nu njih opet za neko vrieme nestane. U južnoj Aziji imade vrsta kopriva, koje mnogo gorje djeluju od naših, i od nekih se može dobiti i grčeva i drugih simptoma, koji su vrlo nalični na one, što se opažaju kod zmijinoga ujeda.

Žaoke su od koprive usadjene na lišću koso i vrh im je okrenut k listovom brku. Donji je kraj usadjen u jastučić, koji je sagradjen od mnogo sitnih stanica i pomoću toga jastučića može se pregibati. Pritisnemo li je k listu, to ide vrlo lako, i tad joj kožica ne odpadne, a ako je opet pustimo, to će doći u svoj prijašnji položaj. Hoćemo li je od lista odmaknuti, to se ne će dati i onda će se prelomiti kvržica a šiljak se tada lako u kožu zabode. Na tom se i osniva vještina, da možemo nekim smjerom bez opasnosti trti koprivu. Primimo li koprivu jednom rukom pri korienu a drugom rukom vučemo odozdo prema vrhu po lišću, to se ne ćemo ni najmanje opeći. Ovim se naime smjerom prigiblju žaoke k lišću i ne mogu nam se zabosti u kožu. Naopako bi se opekli, kada bismo protivnim smjerom trli koprivu: sve bi se žaoke zabole u kožu, jer se ovim smjerom, kako smo čuli, ne dadu odmicati.

Spominjali smo dlake, što dolaze na lišću, kao zaštitu od prejake izhlapnje. Nu nalaze se kadkada dlake osobito vunaste, na lišću takovoga bilja, koje raste na tlu, gdje ne manjka nikada vlage kao n. pr. kod nekih vrsta divizme (*Verbascum flocosum, Phlomoides, Thapsus, Thapsiforme* i t. d.), koje osobito na takvim mjestima rastu, gdje drugo bilje nema obično ustroja za obranu od izhlapnje, jer ih ne treba. Ove vrste divizme imadu po lišću pahuljave dlake, koje vrlo lako odpadnu. Dospiju li ovake pahuljice u nabore sluznjače u ustima čovjeka ili životinje, to će tamo prouzrokovati vrlo neugodno čuvstvo i svrbež. Od cvieta divizme prave čaj, nu kod toga valja dobro paziti, da se odstrane pahuljice iz njega, jer bi nas to neugodno svrbjelo u ustima. Svagdje na livadi možemo se uvjeriti, kako je divizma dobro zaštićena od pasućega blaga, jer dočim vidimo sve ostale biljke gotovo do koriena odgrizene, to ćemo divizmu sa velikim pahuljavim lišćem naći netaknutu. Po svoj prilici štite dlake divizmovo lišće još i od prejakoga sunčanoga svjetla, kao što smo prije čuli i za druge neke biljke. Iz toga vidimo i opet, kako često puta jedan organ može kod jedne biljke dva ili više poslova obavljati.

Imade bilja u nas bez ikakvoga oružja, koje je vrlo dobra krma za biljožderne sisavce, koje ipak dobro uspieva. Takove su biljke neke vrste grahora i grahorike (*Vicia, Lathyrus*), mnoge štitarke (*Myrrhis, Aegopodium, Anthriscus* itd.) Njih ćemo naći gotovo uviek, gdje rastu u grmlju trnovitom, što raste uz putove ili uz rub gajeva. Trnje i bodlje grmlja, u kom one rastu, štite i njih. Kako to dolazi uviek stalno, da rastu spomenute biljke u zaštiti grmlja, mislio bi tko, da će biti i grmlju kao i onom neoružanom bilju nekakva korist od toga. U istinu nije tomu tako: neoružano bilje imade korist od trnovitoga grmlja, dočim ovo nema. Ovo mora trpjeti svoga štićenika, jer ga se ne može riešiti. Nikne li sjeme od koje biljke, što smo je gore spomenuli, izvan grmlja,

to je malo nade, da će ono doživjeti tuj svoju starost, jer na nj vreba stotina gladnih želudaca. Samo će sigurno dozoriti biljka, koja se dala pod zaštitu trnovitoga grmlja.

Poznato će možda biti čitateljima, da imade životinja, koje ne imajuć nikakvoga oružja za obranu, primaju odoru drugih oboružanih. U kukaca ima ih dosta, što oponašaju pčele ili ose. Takav je n. pr. lepir pčelka, što imade providna krila i tielo kao u ose žuto i crno kolutićavo. Isto tako imade muhâ, koje nemaju nikakva oružja za obranu, a oblikom svoga tiela oponašaju ili pčele ili ose ili bumbare. Na taj su način i ona pčelka kao i ove muhe dobro zaštićene, jer ptice većinom ne diraju u ose, pčele i bumbare radi njihovoga žalca, a toga radi puštaju i pčelku i one muhe na miru, misleći, da će i te biti sa žalcem. Taj pojav, što ga u znanosti nazvaše mimikrijom, nalazimo i u bilja. Vrlo otrovnoj gljivi muhari (*Amanita muscaria*, Fliegenpilz) veoma je nalik neškodljiva i tečna blagva (*Amanita caesarea*, Kaiserling), koja je na taj način sačuvana od životinja. I kod zelenih biljaka imade primjera i neke su kao i magare, što je obuklo lavlju kožu, da zastraši svoje neprijatelje. Običnoj koprivi (*Urtica dioica*) vrlo je slična mrtva kopriva (*Lamium*). Na prvi pogled izgleda mrtva kopriva kao i kopriva žigavica i mnogi se prevario ne hoteći mrtve koprive ubrati, misleći, da će ga ožeći. Istom kada imade cviet, može se lako jedna od druge razlikovati, jer ova imade ugledne crvene ili biele cvietove, dočim ona imade vrlo neugledne cvietove.

Do sada smo govorili o načinu, kako se bilje brani od neprijatelja, imajući za to stvoreno oružje. Nu neko se bilje znade u nuždi braniti od proždrljivosti životinjske i bez ikakova oružja, koje bi u tu svrhu od prirode dobilo. Osobito grmlje i drveće može da se na taj način zaštiti. U krajevima, gdje drže koze, koje osobito vole brstiti mladice grmlja i drveća, naći ćemo dosta primjera. U južnoj Hrvatskoj, gdje su se držale koze do pred kratko vrieme, moglo se to vidjeti kao što još i danas nalazimo u Dalmaciji i njezinim otocima. U čem dakle sastoji ta obrana? Objede li koza ili kakva druga životinja mladice na grmu ili nizkom drvetu, to će sve grančice izpod mjesta, gdje su odgrizene, do neke duljine usahnuti. Pupoljci, što su preostali izpod usahnuloga mjesta, potjerat će mladice, koje mogu takodjer koze odgrizti.

Na taj dakako način ne će grm ili stablo u visinu ni u širinu rasti, ali će on zato sve više i više grančica dobivati i postajat

će sve gušći, kao što to vidimo i kod živih plotova, koji se škarama neprestano obrezavaju. Grančice odgrizene posuše se i otvrdnu na vrhu i čine tvrdi pleter, kroz koji ne može pôždrljiva koza prodrieti do lišća, što se dublje u žbunu nalazi. Tako dakako ne može dobro napredovati grmić, ali on je ipak spasen od posvemašnje propasti. Grmići ovaki dobiju tim oblik pogače ili polukruglje i znadu biti tako čvrsti, da može čovjek na vrhu njihovom sasma lako stajati, kao što sam se uvjerio na otoku Rabu, gdje sam našao grmića od podivljale masline, koje su koze i ovce na taj način izobličile. Grmić ovakav povećaje se ma da i vrlo sporo. Poveća li se vrh dovoljno, to može lako koja šiba porasti u vis i posluži li joj sreća, u kratko vrieme načiniti na vrhu krošnju, do koje ne može ni najspretnija koza doseći. Vidio sam takvih stabala izpod gole Plješivice kod sela Priboja. Nad zemljom se nalazi grm bukov poput polukruglje, visoke od prilike kao što je čovjek. Iz sredine njegove porasla debela grana i na njoj liepa krošnja. Na grmu izpod krošnje vidjelo se, da ga još i sada ovce (koza mislim da tamo više nema) objedaju, i s toga je i sada njegovo granje gusto i nepravilno izprepleteno, dočim je na krošnji granje posve pravilno, kao i ono na najvišim bukvama.

Tako vidimo, da je i bilje snabdjeveno različitim oružjem, kojim se ono znade braniti od svojih napadača. U nekim je slučajima dobro zaštićeno od životinja, no u drugim postaje ono ipak dielomično žrtvom nezasitnih želudaca. Ali i u ovim slučajima ne propada biljka posvema. Na koprivi n. pr. živi gusjenica od lepira koprivnjaka (*Vanessa urticae*), i ona znade dobro okljaštriti lišće koprivino. Nu kopriva ipak ne propada. Iz pupoljaka protjera novo lišće, a dok se ono razvilo, nema više gusjenica, jer su se zakukuljile. Kopriva poraste, procvate, donese ploda i sada se svoje brige riešila: poskrbila se za svoje potomstvo.

V.

Množina ugljika u bilja. — Ugljik potječe iz ugljične kiseline iz zraka. — Množina ugljične kiseline u zraku. — Vrela ugljične kiseline: ona postaje disanjem životinja i biljaka, izilazi iz zemlje, stvara se gorenjem. — Neka svojstva ugljične kiseline.

Pošto smo se upoznali s listom, glavnim organom, kojim biljka gradi za sebe hranu, valja nam se sada još pozabaviti sa samim

tvorenjem. Kada dodjemo u kakovu tvornicu, upoznajemo se najprije sa samom zgradom i sa strojevima, koji u njoj rade, a tada sa surovom robom i napokon sa samim načinom tvorenja. I mi smo se upoznali i sa tvornicom i sa strojevima biljnim, a sada ćemo sam surovi materijal upoznati i napokon način gradnje.

Čuli smo već prije, da tielo biljčino sastoji od počela i da je po svojoj množini od njih svih najvažnije ugljik. Ugljen, što postaje, kada bilje izgara kod slaboga pristupa zraka, jest to počelo ugljik, samo što je onečišćeno pepelom. Od posušene biljke polovica njezine težine odpada na sam ugljik. Po tom i možemo misliti, kolika je množina ugljika potrebna biljci za hranu: oveći dub imade u sebi do stotinu i više centi samoga ugljika.

Ugljik nam je poznat u tri različita oblika: kao ugljen, grafit i dijamanat. Tko bi kazao, da su dijamanat, ugljen i grafit jedno te isto počelo, samo različitoga oblika! Dijamanat je medju rudama najtvrdji, dočim grafit spada medju najmeklje; onaj je obično posve proziran i bezbojan poput čiste vode, dočim je ovaj siv kao olovo i posve neproziran, a ugljen posve crn i takodjer neproziran. I dugo je vremena trebalo, dok su kemičari došli do te istine, da su sve to razni oblici istoga počela, kao što se n. pr. i sumpor i fosfor pokazuje u različitim oblicima. Spalimo li ugljen, dijamanat i grafit, dobit ćemo od svih triju jedno te isto tielo: ugljičnu kiselinu. Dijamanat će u čistom kisiku gorjeti, kao što i sam ugljen: on će se spajati s kisikom i od toga će nastati novo plinovito tielo, što ga zovu ugljičnom kiselinom. Po tom će nam biti razumljivo, da biljka može iz ugljične kiseline vaditi ugljik, jer ga u njoj imade.

Prije smo već natuknuli, da biljka potrebnu ugljičnu kiselinu dobiva iz zraka, a bilje u vodi iz vode. Prvi je bio, koji je to nepobitno dokazao, slavni učenjak T h e o d o r de S a u s s u r e, ali je dugo vremena trebalo, dok su se ljudi priučili na tu pomisao. Biljka bi mogla i iz zemlje uzimati ugljičnu kiselinu, jer je tu imade i slobodne i spojene s počelima u mnogo većoj množini. Nu ona ipak toga ne čini, kao što se je mnogobrojnim pokusima dokazalo. Množina ugljične kiseline u nekoj količini zraka jest u istinu malena: na 10.000 litara zraka imade tek četiri litra ugljične kiseline! S toga nam je razumljivo, zašto niesu htjeli gotovo pol stoljeća, a neki i dulje vjerovati Saussurovim pokusima. Nu pomislimo li, kako je ogromna množina zraka na zemlji, to ćemo vjerovati, da je i znatna zaliha ugljične kiseline u njemu. Zrak imade težinu

kao i sva ostala tjelesa. On pritište svojom težinom na površinu zemaljsku i to tako, da na površinu od jednoga četvornoga centimetra kod mora tlači tlakom po prilici od jednoga kilograma. Ako znademo, koliko važe zrak nad površinom jednoga četvornoga centimetra, moći ćemo lako izračunati, koliko važe sav zrak nad površinom zemaljskom, jer znademo, kolika je. Na taj su način izračunali, da važe sav zrak na zemlji u okruglom broju 5·3 trilijuna kilograma. U toj množini zraka imade 3000 bilijuna kilograma ugljične kiseline, svakako ogromni kapital za hranu bilju.

Nu uza svu ogromnu množinu ugljične kiseline u zraku morala bi ipak tiekom tisuću i tisuću godina nastati nestašica na njoj. Misli se, da je 150. dio kopna zemaljskoga ili 16.666 četvornih milja rašćem pokriveno. Ne može se doduše ni približno izračunati, koliko ugljične kiseline potrebuje ovolika množina bilja, ali nema sumnje, da će biti ogromna. Samo u Njemačkoj doniela je g. 1880. žetva ovu kolosalnu množinu biljevne tvari:

Raži . . .	5,450.992	tone (1 tona = 1000 kilogr.)
Pšenice . .	2,478.883	„
Ječma . . .	2,229.598	„
Koruna . .	24,019.601	„
Zobi . . .	4,236.665	„
Siena . . .	17,350.503	„

Sva je ta ogromna množina biljne tvari sagradjena u kratko vrieme od tri mjeseca. U toj množini biljne tvari bilo je ugljena 13,567.561 tona, za koji je trebalo 49,746 803 tone ugljične kiseline iz zraka. Ako su usjevi u samoj Njemačkoj toliku množinu ugljične kiseline uzeli iz zraka za tri mjeseca, koliko moraju tek u većim državama, n. pr. u Ruskoj i u Sjedinjenim državama i na čitavom svietu! Većina ugljena, što je na taj način zraku oduzet, vrati se natrag kod izgaranja u zrak. Nu dogadjaju se neki procesi, kod kojih to ne biva. Neprestano se još danas stvara u zemlji kameni ugljen od uginuloga bilja, kao što se stvarao i u prijašnje doba zemaljske prošlosti. Ogromne množine ugljika leže u zemlji naslagane u obliku kamenoga ugljena, a sav potječe od uginulih biljaka što su nekada rasle na zemlji. Samo je bilje uzimalo ugljik iz zraka u obliku ugljične kiseline, i po tom bi morao zrak postajati sve siromašniji na njoj. Lako možemo pomisliti, da bi se tiekom tisuću i tisuću godina morala ona silna množina od 3000 bilijuna kilograma ugljične kiseline, što je ima sada u zraku, napokon posve

izcrpsti. Tada dakako ne bi moglo bilje obstojati, a budući da se životinje njim hrane, to bi i one morale propasti. Ipak se ne trebamo toga bojati, jer kao drugdje, tako i u ovom vidimo, kako je mudro u prirodi skrbljeno, da se ravnoteža uzdrži. Ako se i troši zaliha ugljične kiseline iz zraka, to se ona opet s druge strane nadoknadjuje.

Većina ugljika, što ga bilje u sebe veže, vraća se opet natrag u zrak kao ugljična kiselina, kako smo već prije spomenuli. Čovjek se hrani plodom, što mu ga je žetva doniela, kao što se i životinje posredno ili neposredno hrane biljem. Životnim radom čovječjega i životinjskoga tiela raztvaraju se spojevi, što ih je biljka satvorila, u sve jednostavnije spojeve. Disanjem njihovim izilazi opeta ugljik u obliku ugljične kiseline napolje. Svaki čovjek izdiše danomice 450 litara ugljične kiseline, koja važe 900 grama, a sadržaje 245 grama ugljika. Uzmemo li, da imade ljudi 1450 milijuna, što je dakako samo približno, to proizvadja samo ljudstvo danomice 652.500 milijuna litara iliti 1285 milijuna kilograma ugljične kiseline, što iznaša 350 milijuna kilograma ugljika. Godišnje bi po tom čitavo ljudstvo disanjem 127.750 milijuna kilograma ugljika proizvadjalo. Po tom vidimo, da već sam ljudski rod znatnu množinu ugljične kiseline zraku vraća. Koliku pak množinu daje čitavo životinjstvo, ne možemo znati, jer nam ni za jednu vrstu nije poznat ni približno broj individua. Ta samo kukaca računaju, da će biti do 1 milijun vrsta, što bi dalo neizmjerno ogroman broj individua. Ova silna množina životinja mora znatnu množinu ugljične kiseline davati zraku.

I samo bilje daje ugljične kiseline zraku, jer, kako ćemo niže čuti, i ono diše. Po tom ono i prima u sebe ugljičnu kiselinu i opet je disanjem daje. Čudno će nam se to pričiniti, ali ipak jest tako. No ipak bilje mnogo manje izdiše ugljične kiseline, nego je prima, jer inače ne bi ono moglo rasti.

Koliko sve bilje vraća zraku ugljične kiseline, ne možemo ma ni približno kazati, jer nam je broj biljnih individua posvema nepoznat. Svakako će biti ta množina znatna, jer je, kako smo čuli, ogromna množina bilja na zemlji.

Znatnu množinu ugljične kiseline dobiva zrak izgaranjem ugljena i drva kod ljudske industrije. Kad palimo u peći drvo ili ugljen, stvara se ugljična kiselina, koja ide kroz dimnjak u zrak. Kolika se množina ugljične kiseline stvara na taj način u raznim

tvornicama, na željeznicama i parobrodima! Za primjer ćemo navesti ogromnu Kruppovu tvornicu u Essenu, jednu od najvećih svoje vrste na svietu. U toj se tvornici potroši poprečno na dan:

ugljena za tvorenje razsvjetnoga plina . . .		100.000	kilograma
„ „ tjeranje stroja		1,100.000	„
„ „ brodove, rudokope, talionice . .		100.000	„
koksa za tvornicu ljevanoga ocjela	125.000 kgr.		
„ „ visoke peći	605.000 „		
	730.000 „		
koji je koks . . . . = ugljenu		1,000.000	„
ukupno . . .		2,300.000	kilograma.

Ako uzmemo, da imade ugljen poprečno 85% ugljika, to se svaki dan 1,955.000 kilograma čistoga ugljika spali, od kojega postaje 7,168.333 kilograma ugljične kiseline. U godini dana od 300 radnih dana dospieva na taj način $586\frac{1}{2}$ milijuna kilograma ugljika iliti $2150\frac{1}{2}$ milijuna ugljične kiseline iz Kruppove tvornice u zrak. Kolika tek množina ugljične kiseline mora u zrak dospievati iz bezbroj tvornica, što se na čitavom svietu nalazi! Na čitavoj se zemlji, po statistici, proizvadja godišnje 22 milijuna tona željeza. Za proizvodjenje toga željeza treba gotovo 44 milijuna tona ugljena sa $37\frac{1}{2}$ milijuna tona ugljika. Nešto od ugljika preostaje u željezu, no ne obaziremo li se na oto, to daje ona množina ugljena 137 milijuna tona ugljične kiseline. A gdje su tek one množine ugljične kiseline, što proizlaze iz nebrojenih drugih tvornica, što ih šume od visokih dimnjaka u velikim industrijskim gradovima u zrak izbacuju!

I disanjem ljudi, životinja i biljaka i izgaranjem ugljena i drva vraća se veliki dio ugljične kiseline opeta u zrak, odakle ga je bilje svojom hranitbom uzelo. Nu ipak se ne vraća na taj način sva množina ugljične kiseline u zrak, što ga je odavle bilje oduzelo. U tresetištima se stvara još i danas neprestance kameni ugljen od bilja, što u njima raste, i na taj način se veže ugljična kiselina iz zraka. U kori zemaljskoj nalazi se u obliku kamenoga ugljena ogromna množina ugljika, što ga je bilje zraku oduzelo. Na taj način morao bi zrak tiekom tisuću i tisuću godina postajati sve siromašniji na ugljičnoj kiselini već samom hranitbom bilja, jer se bez sumnje i na druge načine kemijskim procesima na zemlji veže ogromna množina ugljične kiseline iz zraka. Ona bi s toga vrela, što smo ih do sada naveli, premalena bila, da nadoknade gubitak

na ugljičnoj kiselini u zraku i s toga se moramo obazreti po prirodi, nema li ih izdašnijih. I u istinu ih imade. Živi i mrtvi vulkani daju neprocjenivu množinu ugljične kiseline u zrak. Svakom provalom vulkana izilaze iz lave kolosalne množine vodenih para i drugih plinova, medju njima ugljične kiseline u najvećoj množini. Mjesta, gdje su nekada vulkani obstojali, poznavaju se ostancima nekadašnje vulkanske djelatnosti: na takim mjestima izilazi ugljična kiselina kroz pukotine ili sama napolje ili raztopljena u vodi. Na glasu je takvo vrelo same ugljične kiseline na Flegrejskim poljanama kod Napulja u t. zv. pasjoj pećini. Poznato je i na drugim mjestima takovih izvora čiste ugljične kiseline, nu mnogo su razširenija vrela vode, u kojoj imade znatna množina ugljične kiseline. Takva su vrela poznata pod imenom kiselih voda ili kiselica, koje su ime dobila upravo od ugljične kiseline, što je u njima raztopljena. U Hrvatskoj je poznato više takovih vrela, a medju njima je najbogatije na ugljičnoj kiselini ono u Jamnici. Po zemlji imade bezbroj ovakih vrela, koja daju bez sumnje ogromnu količinu ugljične kiseline zraku. Iz toga vidimo, da nema bojazni, da bi se mogla zaliha plinovite hrane za bilje, a posredno i za nas tako lako izcrpsti.

A kako izgleda taj tako važni plin ugljične kiseline? Imademo li ga u staklenoj boci zatvorena, ne ćemo na njemu ništa osobita opaziti, jer je i on kao zrak bez boje. U ustima, ako je u vodi raztopljen, ćuti se kiseo, dočim nas u nosu bocka, što je poznato svakome, koji je kakovu jaku kiselicu pio. Na pluća životinjska djeluje kao otrov, i u njoj samoj brzo životinje pogibaju. S toga je na glasu ona pasja pećina, što smo je malo prije spomenuli. Budući da je ugljična kiselina teža od zraka, to se ova nakuplja na dnu pećine i čovjeku, koji stoji uzpravno, ne dosiže do usta, česa radi i može čovjek u nju ući bez pogibli. Nu drugčije će biti, ako dospije u pećinu kakva nizka životinja: ona će se nalaziti u samoj ugljičnoj kiselini i naskoro će uginuti. Tamošnji stanovnici meću u pećinu pse, da pokažu znatiželjnim strancima osobitost te špilje. Pas se odmah omami i uginuo bi, da ga brzo ne iznesu napolje, jer će ga trebati još višeputa za taj nečovječni eksperimenat.

Kazali smo, da je ugljična kiselina teža od zraka. Kako se dakle ne nakupi sva ugljična kiselina na površini zemaljskoj, kad je ona teža od zraka? Uzrok je tome taj, što se plinovi vrlo brzo miešaju. Ako je na jednom mjestu više nekoga plina, nego li na susjednom mjestu, to će se za kratko vrieme izjednačiti ta razlika, tako da će na oba mjesta biti jednaka množina plina. Ako imademo u boci začepljena kakova mirisava plina, to će se on po sobi čitavoj jednako razširiti, ako bocu odčepimo, što ćemo poznati po tom, jer će čitava soba jednako mirisati. Taj je pojav od važnosti, kada hoćemo da odgovorimo na jedno pitanje, koje se tiče načina, kako biljka uzimlje ugljičnu kiselinu iz zraka. Jer pitat će tkogod: kako se biljka može ugljičnom kiselinom hraniti, kada je tako malo imade u bližnjem zraku, jer će je ona vrlo brzo izcrpsti iz susjednoga zraka, a ona se ne može gibati, da bi mogla na drugo mjesto preći, kad bi je na jednom potrošila? Na to ćemo pitanje lako odgovoriti, kada znademo, kako se plinovi brzo i lako miešaju. Potroši li biljka svu ugljičnu kiselinu iz okolnoga zraka, to će iz daljih dielova odmah doteći nova množina, koju će opet moći potrošiti. Koliko god dakle biljka potroši ugljične kiseline iz okolnoga zraka, toliko će je odmah doteći, da ne može biti nestašice na njoj.

VI.

Asimilacija ugljične kiseline. — Prvi vidljivi proizvodi kod asimilacije. — Najvažniji spojevi organski u bilja: ugljohidrati i dušikovi spojevi. — Putovanje spojeva po tielu biljčinom.

U drugoj polovici prošloga stoljeća počeše se kemičari baviti osobito iztraživanjem zraka. Josip Priestley stao je proučavati promjene, što ih prouzročuju tjelesa gorenjem i životinje disanjem u zatvorenom zraku. On je našao, da se takvim procesima zrak kvari, t. j. da poslije ne može u njemu ništa ni gorjeti ni disati. U ono još doba niesu znali, da je tomu uzrok taj, što se gorenjem i disanjem troši iz zraka kisik, a proizvadja ugljična kiselina, jer još niesu poznavali ni ugljične kiseline ni sastava zraka. Došavši Priestley do onih rezultata, pokuša isto i sa biljkama, koje su takodjer živa bića, kao što su i same životinje. Nije se malo začudio, kada je našao, da zelene biljke upravo protivno čine sa zrakom: ne samo da one ne kvare zrak, već ga usuprot popravljaju, kako se on izrazio. Nu podpuno ga smelo, kada je našao, da isto bilje u tmini kao i životinje kvare zrak. Ovih pojava nije znao Priestley raztumačiti, jer koliko je on znao znamenita nova odkrića učiniti, toliko mu je opet manjkalo dara, da ih pravo tumači.

*

Tek kada je u sedamdesetim godinama prošloga stoljeća ženijalni Lavoisier stvorio novu nauku kemijsku, i staru flogistonsku teoriju bacio u ropotarnicu, moglo se i u hranitbi bilja koraknuti napried. Jedno za drugim sliediše najznamenitija odkrića na polju kemije, kao upoznanje s kisikom, sa sastavom zraka, vode i ugljične kiseline. Sve je to pomoglo Jana Ingen-Housza, holandskoga učenjaka, kao što i nešto kasnije Theodora de Saussurea, da odkriju i raztumače onaj pojav kod hranitbe biljne, što ga zovu asimilacijom ugljične kiseline.

Bilje prima iz zraka ugljičnu kiselinu i od nje i od vode, što je imade u sebi, u zrncima listnoga zelenila pomoću svjetla stvara organske spojeve. To stvaranje nazivlju u znanosti asimilacijom ugljične kiseline, komu bi izrazu odgovarao hrvatski upodabljanje ugljične kiseline. Ali budući da se gotovo u svim kulturnim narodima upotrebljava latinska rieč asimilacija, to će biti najbolje da je i mi upotrebljujemo umjesto hrvatske kovanice. Kod asimilacije postaju kao prvi vidljivi produkti skrob i sladori, organski spojevi, koji su slični svojim sastavom i nazivlju ih ugljikovim hidratima (grčki hydor = voda, jer je u njima ugljik spojen s vodikom i kisikom, koji su u jednakom omjeru spojeni kao i u vodi). Ovi ugljikovi hidrati imadu u sebi manje kisika no što ga imade i ugljična kiselina i voda, od kojih su postali. Tako ga sadržaje ugljična kiselina 72·7%, voda 88·8%; dočim skrob samo 49·3% a slador 53·3%. Iz toga vidimo, da mora kod asimilacije izpasti nešto kisika i to toliko, koliko ga imadu skrob i slador manje. Pak je li se to u istinu opaža? Svakako! Već je Priestley to opažao u svojim pokusima, kada je našao, da na svjetlu zeleno bilje zrak popravlja. Budući da još niesu u ono doba poznavali kisika, nije on znao naći uzrok tome popravljanju. Zrak je postao kod toga boljim po Priestleyu u toliko, što su tada u njemu htjele stvari bolje gorjeti i životinje mogle laglje disati. Uzrok je tome kisik, što su ga biljke asimilacijom dale zraku, jer samo kisik podržaje disanje i gorenje. O tom se izlučivanju kisika može svatko uvjeriti vrlo jednostavnim pokusom. Napunimo staklenu čašu vodom (za to je dobra svaka voda, koju i pijemo, samo ne smije biti prokuhana) i metnimo u nju kakovu zelenu biljku. Najprirodnije će biti, ako uzmemo kakovu vodenu biljku, jer joj ne ćemo promieniti njezin način življenja. Osobito su spretne biljke, što rastu posve potopljene u vodi, kao što su n. pr. vodena kuga (*Elodea canadensis*), borak (*Hippuris vulgaris*), vodenjača (*Potamogeton*) i druge mnoge, kojih ćemo dovoljno naći u barama. Odkinemu li grančicu od koje takove biljke i metnemo li je u vodu, to će plivati na njoj, jer je mnogo laglja od vode, što bi nam smetalo kod pokusa. Za to ćemo je otežčati n. pr. s komadićem olova, tako da će lebdjeti u vodi. Metnemo li sada čašu na sunce, opazit ćemo odmah, kako se iz mjesta, gdje smo grančicu prekinuli, dižu sitni mjehurići do površine. Ti će mjehurići izilaziti neprekidno, dok god će sunce svietliti na naš aparat. Uhvatimo li ove mjehuriće u posudicu, moći ćemo se uvjeriti, da su u istinu sastavljeni od kisika. U školi je za sigurno vidio mnogi čitatelj pokuse s kisikom, kojih ne će nikada zaboraviti. Ako se u kisik metne trieska, koja tek tinja, to će ona odmah uzplamtjeti i za čas izgorjeti. Isto će tako biti trieskom, koja tek tinja, ako je metnemo u onu posudicu, u koju smo nakupili onih mjehurića: ona će odmah uzplamtjeti i gorjeti jedno vrieme sjajnim plamenom, što je dokaz, da se nalazi u kisiku, jer se znade, da samo on ima takovo svojstvo.

Možda će koga smutiti pojav, što naime mjehurići izlaze iz grančice na mjesta, gdje smo je prekinuli, a ne iz lišća, kako bi moralo biti, ako uzmemo, da je ono organ asimilacije. Ali se ipak ne protivi ovaj pojav tome, da je lišće glavno sielo asimilacije. Čuli smo prije, da imade medju stanicama prostora, koji je izpunjen zrakom. Isto tako nalazimo i u vodenim biljkama, i onaj zrak, što se u takim prostorima nalazi, čini biljku lagljom, tako da može uzpravno plivati u vodi. Kisik, što se izlučuje asimilacijom, izilazi u te prostore, jer tuj nailazi na manji odpor, nego kada bi htio u vodu izaći. Svi su ovi prostori u savezu i nastavljaju se u stabljiku. U njoj su osobito jako razvijeni u podobi kanalića, koji idu uzduž stabljike. Prekinemo li stabljiku koje vodene biljke, to ćemo prekinuti i one kanaliće zračne. Na svjetlu će se asimilacijom nakupljati sve više i više kisika u tim kanalićima, i napokon će on morati izaći kroz prorez na polje kao maleni mjehurić.

Na taj smo se način uvjerili o tom, da iz zelene biljke izilazi na svjetlu kisik, i tako smo se upoznali s jednim pojavom kod asimilacije. Nu ipak još ne znamo, da li je upravo ugljična kiselina potrebna kod asimilacije. I o tom se možemo lako uvjeriti. Metnemo li biljku u izkuhanu vodu, ne ćemo ni na najjačem svjetlu opaziti mjehurića. Kada naime kuhamo vodu, izilazi ugljična kiselina, koja je bila u vodi raztopljena, na polje. Uvedemo li u

ovakovu izkuhanu vodu ugljične kiseline, koju možemo lako načiniti, ako mramor ili kredu polijemo solnom kiselinom, to će se opet početi stvarati mjehurići kisika. I u vodi, u kojoj su se stvarali iz početka mjehurići kisikovi, može poslije nekoga vremena izostati taj pojav, jer se napokon izcrpi ugljična kiselina. Pokusima se takodjer našlo, da ne može ni jedna druga tvar zamieniti ugljične kiseline, niti sam plin ugljikov oksid, koji je vrlo srodan sa ugljičnom kiselinom po svom sastavu, jer i on sastoji od ugljika i kisika, kao i ugljična kiselina, samo što imade kisika manje.

Uz ugljičnu kiselinu potrebna je i voda kod asimilacije. Pokusima se našlo, da asimilacija postaje slabija, ili i posve prestane, ako je biljka uvenula, jer joj manjka vode, dočim će opeta početi, čim se oporavi.

Voda i ugljična kiselina su surovine, od kojih će se u zrncima listnoga zelenila stvarati hrana za biljku. A koja je sila, koja taj posao obavlja? Spomenuli smo već nekoliko puta, da je kod toga potrebno svjetlo. Zastremo li u spomenutom pokusu papirom ili čim drugim svjetlo od sunca, odmah će prestati izilaziti mjehurići kisikovi, znak da je asimilacija prestala, dočim će se opet povratiti, čim zastor odmaknemo. Već smo prije opisali načine, kakove sve položaje zeleno lišće uzimlje, da bude što zgodnije razsvietljeno od svjetla, i kako mu je i previše svjetla škodljivo kao i premalo, i kako se znade od toga čuvati. Ovdje ćemo još upozoriti na jedan pojav, koji stoji u savezu s našim pitanjem. Mnogi se tuže, što im ne će da uspieva cvieće u sobama, ma da se oni toliko brinu za nj. Oni kažu i da ga marljivo zalievaju i da paze, da imade dobru zemlju, i u obće sve čine, što samo znadu, da će mu koristovati, ali ono ne će nikako napried, već sve više i više kržljavi, dok napokon i posve ne ugine. Uzrok je tome, što većinom ljudi misle, da je glavna hrana bilju zemlja. Mi znademo nasuprot, da ogromnu većinu hrane dobiva bilje iz zraka u obliku ugljične kiseline, i da od nje i od vode pomoću s v j e t l a stvara organske spojeve, od kojih je sagradjeno tielo biljno. Ugljične kiseline ne treba ljubitelj cvieća u sobama dodavati bilju, jer je ima, kako znamo, svugdje u zraku, ali je potrebno, da mu daje svjetla Ta ima u mojoj sobi dosta svjetla, ona je zračna i svjetla! kazat će mnogi. U istinu može biti u sobi za naše oko dovoljno svjetla, ali ga nije dosta za biljku. Mi možemo gdje u kutu i najudaljenijem od prozora sasma dobro čitati, ali to nije još znak, da je tamo dosta svjetla i za

biljku. Bilje, što raste slobodno na zraku, dobiva svjetlo odraženo sa čitavoga nebeskoga svoda, a ako sunce sja, razsvjetljuje ga ono i direktno. Pomislimo sada biljku u sobi, to će ona tek neznatni dio zraka sunčanih dobivati, i to tim manje, što će biti udaljenija od prozora. Botaničar D e t l e f s e n izračunao je, kako postaje sunčano svjetlo sve slabije, u sobi, što idemo dalje od prozora. Tako je on našao, da na prozoru širokom 1.5 metra a visokom 2 m. dobiva biljka tek polovicu od svjetla, što ga dobiva na slobodnom zraku; pô metra udaljena od prozora dobiva $^1/_3$, jedan metar $^1/_5$, 1·5 metra $^1/_8$, a dva metra od prozora jedva $^1/_{12}$ sunčanoga svjetla, što bi ga na slobodnom zraku dobila. Najviše će po tom svjetla u sobi dobivati bilje ili na samom prozoru ili blizu njega, i tuj će ono i obično najbolje uspievati. Dalje od prozora premalo će svjetla dobivati, a da bi moglo nastati stvaranje organske hrane. Tuj će ono tek životariti od hrane, što je već prije u sebi imalo i na račun toga će i vrlo sporo rasti. Nu kako se dizanjem neprestano troše organski spojevi, to će ovih sve manje i manje bivati, dok ne će napokon biljka upravo od gladi uginuti. Samo će se onakovo bilje moći na takvim mjestima uzdržati, koje u prirodi raste na sjeni.

Prvi vidljivi produkat kod asimilacije jest u većine bilja skrob. Skrob postaje u zrncima listnoga zelenila, i vidjeti ga je pod sitnozorom kao biele kvržice, što vire iz njih. Osobito ih je lako zamjetiti, ako joda dodademo, jer će od njega postati tamnomodra. Baš se pomoću toga svojstva možemo lako uvjeriti, da postaje skrob kod asimilacije. Uberemo li po podne zdravi list n. pr. od jorgovana *(Syringa vulgaris)* i metnemo ga u žestu, to će ova izvući iz njega listno zelenilo i list će postati posve biel. Metnemo li ga sada u raztopinu joda, to će pomodriti, znak, da imade u njem skroba. Uzmemo li list s koje biljke, što je u tmini bila barem jedan dan, i učinimo li s njim isto, ne će pomodriti: radi toga, što nije imalo svjetla, nije ni moglo u njem skroba postati. Osobito je liep pokus, ako list od koje biljke, n. pr. od jorgovana ili duhana, dielomice pokrijemo stanijolom, a dielomice ga ostavimo slobodna: ako ovakav list sa biljkom, na kojoj je porastao, izložimo svjetlu, to će se pomoću joda obojadisati modro samo onaj dio, što je bio slobodan, dočim izpod stanijola ne će se pokazati ni traga modroj boji.

Iz ovakih pokusa vidimo, da u istinu postaje skrob u zrncima listnoga zelenila pomoću svjetla, nu da je on proizvod asimilacije,

toga još ne možemo uztvrditi. Ali se i to dokazalo sasma sigurno. Ako biljku, koja u lišću nema skroba, metnemo u zatvoreni prostor, n. pr. pod stakleno zvono, u kom nema ugljične kiseline, to ne će nastati u lišću skroba, pa izložili je mi kako mu drago sunčanom svjetlu. Dodademo li ugljične kiseline, to će se odmah početi stvarati skrob u lišću.

Imade nešto bilja, n. pr. lukovi, gdje se ne stvara u zrncima listnoga zelenila skrob, već slador. I za ovake se biljke dokazalo, da je slador prvi vidljivi proizvod asimilacije, koji je postao od ugljične kiseline i vode u zrncima listnoga zelenila pomoću sunčanoga svjetla. Skrob je u većine bilja, a slador u nekih prvi vidljivi proizvod asimilacije. Kakve se kemijske pretvorbe kod asimilacije dogadjaju, posve nam je nepoznato. U kemijskim laboratorijima uspjelo je neke ugljikove hidrate umjetno satvoriti, ali su načini kod toga posve drugojačiji od onih, što ih priroda upotrebljava stvarajući u bilju slador iz skroba, tako da ne možemo po onima na ovo zaključivati. Mi znademo, da je za asimilaciju potrebna ugljična kiselina i voda, kao surovi materijal, da je sila, koja spaja ove tvari, sunčano svjetlo, i da je za to spajanje potrebno listno zelenilo. Uz to znademo, da je prvi vidljivi proizvod spajanja skrob ili slador, i to je sve. Mi n. pr. ne znamo ni s daleka, kakovu zadaću vrši listno zelenilo kod asimilacije. Različite su hipoteze o tom pitanju stavljene, ali ni jedna od njih, čini se, nije se približila pravome tumačenju. Isto tako ne zna se, da li kod asimilacije odmah od ugljične kiseline i vode postaje skrob i slador, ili postaju ponajprije kakovi drugi spojevi Ovo potonje mnienje ima mnogo za sebe. Ugljikovi su hidrati u obće dosta zamršeni spojevi, dočim su ugljična kiselina i voda, od kojih postaju, vrlo jednostavni. Već s toga je vjerojatnije, da nastaje kod asimilacije najprije nekakov jednostavni spoj, a od ovoga tek nepoznatim kemijskim procesom zamršeniji ugljikovi hidrati. Isto tako i u kemijskim laboratorijima prave zamršenije spojeve od jednostavnijih.

Nu pustimo ta pitanja na stranu i obratimo se još k proizvodima asimilacije. Ponajprije hoćemo vidjeti, kolika se množina skroba stvara u stalno doba asimilacijom. Vaganjem nadjoše, da 1 četvorni metar listne površine proizvadja za vrieme od 15 sati (što je srednja duljina dana od sredine lipnja do sredine kolovoza) 25 do 30 grama skroba. Biljka, kojoj lišće ima površinu od 1 četvornoga metra, može od sredine lipnja do sredine kolovoza, u vrieme, kada su kod nas najzgodnije prilike za asimilaciju, do dva i po kilograma skroba stvoriti. Množina skroba, što se tiekom jednoga dana u listu stvori, može se izmjeriti, ako list u jutro odvagnemo i u večer. U jutro naime nema skroba u listu, jer sav odputuje noću iz lišća u druge dielove biljke. Koliko list postane do večera teži, toliko se u njem asimilacijom skroba stvorilo. Tako je n. pr. našao S a c h s, da je jedan četvorni metar lišća sunčanice postao u vrieme od 10 sati (od 6 sati u jutro do 3 sata po podne) teži za 9·15 grama.

Što biva dalje sa skrobom, što se u lišću asimilacijom stvorio? Već smo malo prije spomenuli, da on putuje iz lišća, i tiekom noći posve izčezne iz njega, tako da ga ne ćemo u jutro u njemu naći. Skrob je kruta tvar, i takav ne bi mogao iz jedne stanice u drugu proći kroz stanične kožice. S toga se on pretvara u slador, koji se lako topi u vodi i raztopljen vrlo lako prodire kroz stanične kožice. Ovako putuje od stanice do stanice i ide do onih česti biljčinih, gdje ga treba. Na mjestima, gdje biljka raste, treba gradje, od kojih će se graditi stanična kožica i drugi dielovi stanični. Na takova mjesta ponajprije putuje skrob pretvoren u slador. Nešto ovakova sladora ide i u sjemenke i u podzemne česti, kao što u gomolje, lukovice, podanke ili u koriene. U ovim se mjestima obično slador opet pretvara u skrob i nakuplja se kao brašno u našim hambarima. Sjemenje, gomolji, korieni, podanci i lukovice najbogatije su česti na skrobu, i toga ih radi i ljudi upotrebljavaju za hranu. Kao što ljudi spremaju u jesen poljske proizvode u hambare, da imadu u pričuvi hrane za zimu i za drugu godinu, tako i bilje sprema skroba u spomenute organe, da se može njim hraniti u proljeće, kada još ne može asimilovati. Mladoj biljčici, što nikne iz sjemena ili iz gomolja, treba hrane, da može rasti. Iz početka nema još ona razvijena lišća, kojim bi je mogla sama priugotavljati. S toga joj je dala mati-biljka za prvi početak skroba, kojim se hrani, dok sama ne ojača tako, da može na vlastite noge stati.

Nu niesu ovo jedine promjene, što se zbivaju sa skrobom. Svi ostali organski spojevi, od kojih je tielo biljno sastavljeno (isto tako i oni, od kojih je životinjsko i čovječje tielo sagradjeno), potječu od skroba. Tako postaju od skroba sva ulja i svi dušikovi spojevi, kao što su bjelančevine. Skrob sastoji od ugljika, kisika i vodika. Bjelančevine, koje su glavni sastav prasluzi (isto tako n. pr. i mesa), imadu još k tome i dušika. Ako dakle od skroba postaju

i bjelančevine, onda mora još i dušik k njemu pridoći. Bez sumnje to biva, nu kako, to nam je još do sada neprozirnom koprenom zastrto. Skrob postaje od neorganskih tvari u listnom zelenilu. Bjelančevine ne mogu postati od samih neorganskih spojeva, ali nije potrebno za njih listno zelenilo. Gljive, koje nemaju listnoga zelenila, stvaraju ipak od organskih spojeva bjelančevine. Ako načinimo raztopinu sladora i potrebnih neorganskih soli, moći ćemo u njoj mnoge gljive sasma liepo odgojiti, i one će stvarati u sebi bjelančevine, pa makar nemaju listnoga zelenila. S toga se čini, da se i u bilju, koje ima listno zelenilo, stvaraju bjelančevine i u onim stanicama, koje nemadu listnoga zelenila, a čini se, da u obće svaka stanica, koja ima prasluzi, može graditi bjelančevine.

VII.

Biljno disanje. — Kakvu korist imade biljka od disanja. — Disanjem se radja u bilju toplina i svjetlo.

Hranitbom se u obće nazivlje onaj proces u bilja i životinja, kojim ove primaju iz vana u sebe razne tvari, od kojih se njihovo tielo gradi. Do sada smo se upoznali s najvažnijim pojavima hranitbe zelenoga bilja, i sada nam se još valja i disanjem upoznati. Kod disanja se doduše umanjuju tvari, od kojih je biljno tielo sagradjeno, ali budući da i kod toga biljka prima iz vana tvari u sebe, to moramo i ovaj proces u najširem smislu smatrati hranitbom.

Važno obilježje života jest disanje. Dok umirući još i najmanje diše, smatramo ga živim, a čim to prestane, velimo, da je umro. Da bilje živi, naglasismo već nekoliko puta, i s toga moramo očekivati, da ćemo i kod njega naći ono važno obilježje života — disanje. U svakdašnjem životu razumievamo obično pod disanjem udisanje i izdisanje, što ga opažamo na sebi i na životinjama. Takova šta ne ćemo naći kod biljaka, jer njim manjka posebni organ za disanje, kakav su na pr. pluća u ljudi i toplokrvnih životinja. Nu nije ni kod ovih to udisanje i izdisanje prvotni i najglavniji pojav disanja. Pluća imadu tek zadaću, da privode krvi kisik, što je potreban kod disanja, i da iz nje izluče ugljičnu kiselinu, što je nastala kod disanja. Imade i životinja, koje nemaju posebnoga organa, kao što su pluća, nego koje čitavom površinom tiela dišu. I kod njih ne opažamo izdisanja ni udisanja, pak ipak i za njih velimo, da dišu. Tako i biljke dišu čitavom površinom, i svaka je živa stanica u njih ujedno organ, koji diše.

Disanje je upravo protivno asimilaciji. Kod ove, kako znademo, prima zelena biljka ugljičnu kiselinu a izlučuje kisik, dočim kod disanja prima kisik a izlučuje ugljičnu kiselinu, i u tom se slaže sa svim živim bićima. Osobito se dade lako pokazati izlučivanje ugljične kiseline kod disanja. Ako metnemo u čašu na pr. kakvu gljivu ili sjemenke, dok klicaju, i pokrijemo dobro čašu poklopcem, to će se za jedno 10—12 sati toliko ugljične kiseline u čaši nakupiti, da će se svieća goruća odmah utrnuti, ako je u nju turimo. U ugljičnoj kiselini ne može ništa da gori i s toga će se i svieća utrnuti. Kisik, što je bio u čaši, dok smo u nju biljke metnuli, potrošit će se do posljednjega trunka, a bez kisika nema takodjer gorenja. Kod zelenoga bilja ne možemo disanja opaziti, dok je na svjetlu, jer za to vrieme ono asimiluje, t. j. prima u se ugljičnu kiselinu a izlučuje kisik, što je posve protivno disanju. Nu ako je zeleno bilje u tmini, to ćemo tada i na njemu moći sasma liepo disanje opaziti. Obće je poznato, da nije dobro cvieće držati u sobi, u kojoj spavamo, jer se od njega zrak noću kvari. Kvari se radi toga, što ono izdiše ugljičnu kiselinu, a u većoj je mjeri ona štetna po zdravlje.

Zeleno bilje kao i drugo bilje diše uvieke: danju i noću, na svjetlu i u tmini, samo što je kod svjetla, kako spomenusmo, sakriveno asimilacijom. Past će kome na um misao: kakvu imade korist biljka od asimilacije, kada disanjem gubi ugljičnu kiselinu, koju je asimilacijom dobila. I u istinu biljka ne će dobiti na tvari, ako je jakost asimilacije jednaka onoj disanja. Ako koju zelenu biljku držimo u tmini, gdje ne će moći asimilovati, gubit će disanjem sve više i više na ugljiku i postajat će sve laglja, dok ne će napokon od prevelika gubitka uginuti. Nu drugojačije će biti s biljkom, koja se nalazi u normalnim okolnostima, koju danomice sunce osvjetljuje. Kod takve će se biljke nadoknaditi asimilacijom gubitak na ugljičnoj kiselini, a po tom i na ugljiku, što nastaje od disanja. Ne samo da se nadoknadjuje gubitak na ugljičnoj kiselini, već je jače i mnogo više prima biljka asimilacijom, no što je disanjem izgubi. Dočim lišće od jednoga četvernoga metra površine na dan stvori asimilacijom do 25 grama skroba, to se disanjem od toga potroši tek jedan gram. Iz toga vidimo, da asimilacijom bilje mnogo više ugljika dobiva, no što ga disanjem izgubi.

Disanje je vrlo nalik okisivanju. Mnoga se počela i spojevi vrlo rado spajaju s kisikom i to zovemo okisivanjem. I gorenje nije drugo do okisivanje. Kad ugljen gori, spaja se s njime kisik iz zraka i od toga postaje ugljična kiselina. Ako drvo gori, spaja se ono s kisikom i kod toga postaje ugljična kiselina i voda, spojevi, od kojih je i samo drvo kod asimilacije postalo. Kad smo o asimilaciji govorili, čuli smo, da imade skrob manje kisika, no što ga imadu ugljična kiselina i voda, od kojih postaju, i radi toga se mora jedan dio kisika izlučiti. Kada drvo gori, pridolazi iz zraka jednaka množina kisika, kolika je kod asimilacije postala slobodna, (drvo je takodjer ugljikov hidrat onečišćen, koji je promjenom postao od skroba), i spaja se s drvom, tako da bude ugljična kiselina i voda opet slobodna. Slično biva i kod disanja; i ovdje primaju neke sastojine stanične, kao što je slador i bjelankovina, kisik, koji se s njima spaja, a od toga postaje ugljična kiselina i voda. Ugljična kiselina ide napolje, dočim voda preostaje u biljci. S toga možemo i disanje nazvati laganim izgaranjem.

Još je sličnije disanje izgaranju, što se i kod disanja proizvadja toplina, a u nekih biljaka pače i svjetlo. Toplina će biti tim veća, što je disanje energičnije. Ne dišu organi biljni uviek jednako. Sjemenka, dok miruje, ne diše, ona je obamrla. Tek kada oživi, kada počne klicati, počne ona i disati, i osobito dok se najjače razvija mlada klica, najjače i diše. Ovakove sjemenke proizvadjaju toliko topline disanjem, da to možemo i opaziti. Kada puste ječam, što treba za pravljenje piva, da klica, on se znatno ugrije. Najjače se ugriju cvjetovi, doksu u razvoju. Već je L a m a r c k prošloga stoljeća opazio na klipovima od nekih kozlaca *(Aroideae)*, dok se razvijaju, da im se toplina znatno uzdigne nad zračnu toplinu. Na običnom k o z l a c u ili z m i j i n o m g r o ž d j u *(Arum maculatum)* postaje klip za 10 C° topliji od okolnoga zraka, dočim kod druge jedne vrste (*Colocasia odora*) dapače 22 C°, tako da je on pokazivao toplinu od 43 C°, jer je okolni zrak imao toplinu od 21 C°. I na drugim se organima našlo finim mjerenjima, da se razvija toplina i to tim jače, što je disanje veće. Disanje, a po tom i toplina tim je veća, što je jači rast dotičnoga organa. S toga se vidi povišenje topline osobito liepo na cvjetovima, dok se razvijaju.

Na sitnim cvjetovima ne dade se opažati toplomjerom povišenje topline. što nastaje od disanja, jer se prebrzo gubi u zrak. Nu na nekim malenim biljčicama dade se i u prirodi opažati toplina, što je postala od disanja. Osobito su zanimljive u tom alpske biljčice, što rastu na rubu vječnoga sniega i leda, kao što su nježne i ljepušne *Soldanelle (Soldanella pusilla)*. Ove imadu na vrhu stapčice dva tri otoboljena, ljubičasta, zvoncu slična cvietka. Pupoljak se od cvjetova zametnuo već prošle godine. Kroz dugu zimu, što u tim alpskim visinama dugo traje, pokriveni su pupoljci debelim ledom i sniegom. Početkom ljeta tali se površni snieg i otaljena voda prodire kroz pukotinice do spavajućih pupoljaka soldanellinih. Ovi ožive i počnu rasti u vis. Toplina, što postaje od disanja oživljelih pupoljčića, raztapa nad njima led, tako da nastane malena šupljina, u kojoj se nalaze pupoljci. Ovi se sve više uzpravljaju i neprekidno tale svojom toplinom led nad sobom tako, da napokon načine pravu ciev, koja probušuje led, i napokon kroz nju pomole svoje glavice nad površinu, gdje se domalo pupoljci razcvatu. Tople sunčane zrake ogrijavaju sada ljubičaste zvončiće, a vjetrić njiše njima. Dakako, da će soldanella moći brže provrtati tanji led i s toga ih nalazimo na rubu sniežnih poljana najviše.

Malo je samo slučajeva poznato, gdje biljke i svjetlo disanjem proizvadjaju. Do sada su poznate samo neke gljive lističavke (agaricineae) i neke bakterije, koje u tmini svietle. Čudno čuvstvo obuzme čovjeka, kada u crnoj noći hodajuć po šumi zapazi na jednom nekakovo osobito bliedo svjetlo na zemlji. Praznovjerac prekrstit će se možda i udaljiti, što brže može od tajinstvenoga toga pojava, a mi ćemo bez straha uzeti sobom komadić te čudne žeravice, što ne žeže. Bez sumnje je već mnogi od čitalaca vidio takav pojav, gdje gnjilo drvo svietli. Osobito je to svjetlo: bielo je, bolje da rečemo bliedo, najsličnije svjetlu, što ga daje čisti fosfor, čuvan u vodi. Svjetlo kukčića kriesnica razlikuje se od onoga, što je više zelenkasto. Da li u istinu drvo svietli ili što drugo? U istinu drvo ne svietli, ono je mrtvo i trulo. Motrimo li povećalom drvo, vidjet ćemo, kako se po njem prepliću fini končići, kao od kakove paučine. To je t. zv. *micelij* od gljiva. Na tielu gljiva, kao što n. pr. kod p e ć u r k e *(Psaliota campestris)*, v r g a n j a *(Boletus edulis)* i t. d. razlikujemo dva glavna diela: neplodni micelij, koji preplića u podobi tanjih ili debljih končića tlo, u kom gljiva raste, i plodni dio, koji obično izraste u podobi kišobrana, koji dio u običnom životu zovemo gljivom. Onakav neplodni micelij nalazimo i u trulom drvu. U trulom drvu, što svietli, znade se, da dolazi micelj od gljive p u z i c e *(Armillaria melea)*, nu čini

se, da će biti više vrsta gljiva, kojim micelij raste u trulom drvu i svietli, samo što se nije do sada moglo dokazati, koje su. Kod puzice svietli samo micelij, dočim stručak i klobuk ni najmanje. Ovo svietljenje biva samo onda, ako je dosta vlage i topline i s toga se osobito ljeti i jeseni najljepše opaža. Da potiče od disanja, može se iz toga zaključiti, što nestane u onakim prilikama, u kakvim i disanje, a pojavi se opet kada i disanje.

Imade gljiva, kojim i klobuk svietli. Osobito se u vrućim krajevima nalaze takve gljive. U južnoj Evropi raste takova jedna gljiva, t. zv. *Pleurotus olearius*. Ona raste u grmovima na maslinovim panjevima. Klobuk joj je narančasto žut, kao i listići, što ih vidimo s donje strane klobuka. Osobito ovi listići liepo svietle u tmini.

Sada nam jošte ostaje odgovoriti na pitanje: kakovu imade korist biljka od disanja? Da se može parostroj gibati, valja mu u kotlu vodu ugrijati, treba izpod njega drvo ili ugljen paliti. Toplina, što nastaje gorenjem drva ili ugljena, obavlja ovdje posao, što ga vidimo u obliku kretanja parostroja. I biljka obavlja različite poslove, što ih vidimo, ili u obliku gibanja prasluzi, ili u gibanju samih organa. Za sve je to potrebna neka sila, koja će obavljati te razne poslove. Silu tu dobiva biljka disanjem. I u istinu smo čuli, da je disanje to energičnije, što su i pojavi životni energičniji.

——×——

Bakteriji.

I.

Odkriće bakterija i njihova važnost. — Veličina i oblik bakterija, njihovo umnažanje. — Srodstvo bakterija s ostalim biljem.

Medju živim stvorovima nema ih, koji bi toliku pozornost pobudili, kao što su u novije doba oni sićušni organizmi, što ih sada već gotovo svatko znade pod imenom bakterija. Upravo se navršilo dvie stotine godina, što ih je Leeuvenhook, koji je i drugčije stekao zasluga za poznavanje mikroskopskog svieta, obreo. Nu niti je on, niti su mnogi drugi poslije njega, koji su se njima bavili, naslućivali, od kakve su oni znamenitosti i po čovjeka i po prirodu. Tek je Louis Pasteura u polovici ovoga stoljeća zapala neumrla slava, da upozna čovječanstvo s koristnim i pogubnim po čovjeka djelovanjem nevidljivih ovih stvorića. Njegovim sjajnim iztraživanjima potaknuti drugi stadoše proučavati život bakterija i danas ima ih već na stotine u svim kulturnim zemljama, koji uzeše za glavni cilj svoga života, da što novoga i koristnoga po čovječanstvo u tom odkriju.

Na zao glas dodjoše bakteriji, što su neki od njih uzrok najužasnijih ljudskih bolesti. Tuberkuloza, difterija, kolera takve su bolesti, što ih uzrokuju sićušni ovi organizmi, od kojih pogiba na tisuće ljudi u najljepšim godinama. Kad se našlo, da su bakteriji uzrok ovim pošastima, probudila se nada u učenjacima, kada su našli uzrok bolesti, da će naći i sigurnoga lieka od njih. Kad liečnik znade uzrok bolesti, može je i mnogo uspješnije liečiti. Tako se mislilo, da će biti i s bolestima, što ih uzrokuju bakteriji. Sada stadoše još pomnije proučavati život takvih bakterija, ne bi li se na taj način i uztuk proti njima odkrio. Prvi je bio Pasteur, komu podje za rukom pronaći liečenje nekih bolesti životinjskih,

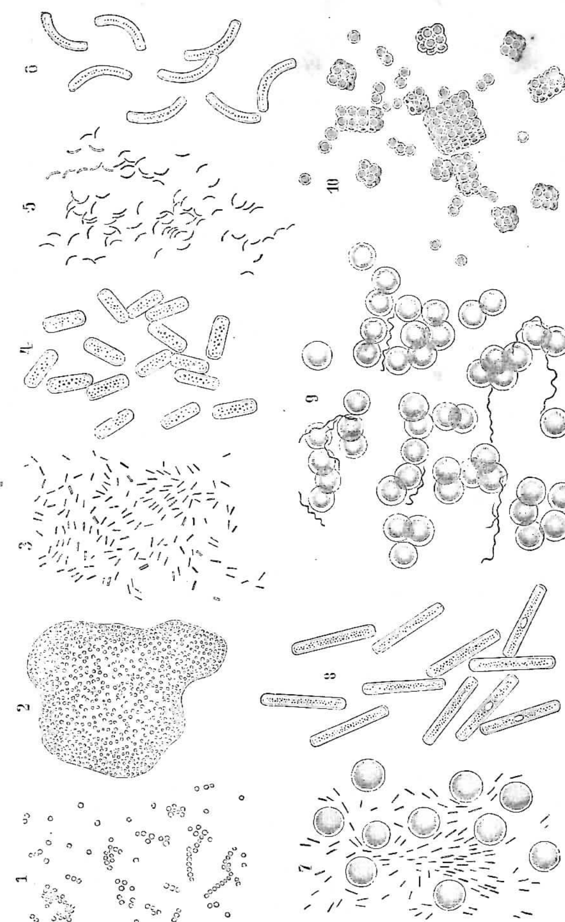
što ih bakteriji uzrokuju. U najnovije doba nadjoše dobar liek i proti nekim drugim ljudskim bolestima, što ih bakteriji uzrokuju, te se čini, da niesmo daleko od podpunoga riešenja ovoga toli znamenitog pitanja po rod ljudski.

Nu kao što su s jedne strane bakteriji uzrok mnogim nevoljama roda ljudskoga, tako su ove opet i koristne nama. Dobrotu mnogih jela i pila imademo zahvaliti bakterijima. Ocat, kiselo mlieko, obični sir, kefir i mnoga druga hranila imamo zahvaliti životnom radu bakterija. Nu kao što mogu biti neposredno koristni čovjeku, tako mogu i posredno. U gospodarstvu prirode imadu oni veoma znatnu ulogu: oni stvaraju iz čipavca dušikovu kiselinu, za koju smo čuli, da je najbolja hrana dušičnasta za više bilje; prouzrokuju gnjilobu i na taj način raztvaraju uginula tjelesa živoe tinja i bilina u jednostavne spojeve, od kojih će se zeleno bilj moći braniti i jošte neke druge poslove obavljaju u prirodi. Iz ovo par primjera vidimo, da je u istinu pravo, što se danas tolika pažnja obratila na njih.

Tielo je bakterija sagradjeno od jedne jedite stanice i s toga ih zovemo jednostaničnim biljkama. U obliku vrlo se malo razlikuju i na oko ih više puta nije moći razlikovati. U tri glavna oblika dolaze bakteriji: ili su to okrugle stanice u podobi sitnih zrnaca i zovu ih *coccus*, ili su to ravni kratki štapići i zovu ih *bacillus*, ili su to svinuti poput spirale štapići i s toga ih zovu *spirillum*. To su ta tri oblika (vidi sl. 34.), i više ih nema. Coccuse ćemo vidjeti pod sitnozorom kao vrlo sitna zrnca, bacilluse kao sićušne crtice ravne, spirillume opet ili kao črknje ili opet kao valovitu crtu. Svako je ono zrnce ili štapić za sebe jedna stanica i za sebe jedan bakterij. Na ovakoj ćemo stanici naći one iste dielove, što ih imade svaka biljna stanica: iz vana tanku staničnu kožicu, koja odieva prasluz, u kojoj se nalazi obično jedna stanična jezgra. Iz toga se već vidi, da su bakteriji vrlo jednolični i badava ćemo tražiti kod njih onu bujnost u oblicima, što je nalazimo na pr. kod gljiva i alga.

Motrimo li pod sitnozorom različite bakterije u kapljici vode, opazit ćemo, kako se neki od njih ziblju, dočim drugi miruju. Oni, što se ziblju, ne razlikuju se inače svojim oblikom od onih, koji miruju, i najtočnijim motrenjem ne ćemo na gibivim nikakovih osobitih organa za gibanje opaziti moći. Istom u najnovije doba odkriše gibivim bakterijima ude, kojim se giblju. Vrlo su to za-

mršeni načini, kojima su to postigli, a naša zadaća nije da ih opisujemo. Ti se organi vide kao vrlo fini končići na bakterijima. Kod jednih se nalazi na kraju bakterija samo jedan odugačak končić, kojim kao bičem šiba po tekućini, u kojoj živi i tako se giblje po njoj. Kod drugih imade mjesto jednoga končića čitav čuperak ili je pače bakterij po čitavoj svojoj površini pokriven končićima i izgleda kao da je kosmat.



Sl. 34. Bakterije: 1. i 2. Micrococcus prodigiosus. — 3. i 4. Bacterium aceti. 5. i 6. Spirillum Cholerae asiaticae. — 7. i 8. Bacillus anthracis. — 9. Spirochaete Obermeieri. — 10. Sarcina ventriculi. — 1, 2, 3, 5, 7, 9: 300 puta povećano; 4, 6, 8, 9: 2200 puta povećano; 10.: 1800 puta povećano. U 7. i 9. i krvne bobičice naslikane.

Nije čudo, da su tek u novije doba počeli točnije izučavati bakterije. Radi njihove sićušnosti potrebni su vrlo dobri sitnozori, ako ih hoćemo vidjeti, a tek u novije doba usavršiše ih u toliko.

Najmanji su to živi stvorovi, što ih do danas poznajemo. Kod bacila iznaša debljina štapića ponajviše $^1/_{1000}$ milimetra, a kod mnogih i manje. Duljina je tih štapića jedno tri ili četiri puta veća. Mnogo su manji obično okrugli bakteriji iliti coccusi; neki su tako sitni da ih ne možemo mjeriti. Kako su to neznatne veličine, pokazali smo u prvom poglavlju.

Pita se sada, kojim su biljkama bakteriji najsrodniji? Prije su ih jednostavno ubrajali medju gljive, kamo su u obće ubrajali sve ono niže bilje, što nema listnoga zelenila. Nu novijim se iztraživanjima našlo, da imade medju gljivama takovih biljaka, koje si niesu gotovo ništa srodne. Da to razjasnimo, uzet ćemo za primjer iz životinjstva ptice i šišmiše. I ptice i šišmiši imadu krila i s toga mogu letjeti, nu s toga ipak ne možemo reći, da su jedni s drugima srodni. Šišimiši su sisavci i čine posebni razred medju njima, dočim su ptice za sebe grupa životinja, kao što su i sisavci. Slično imademo i kod bakterija i gljiva: jedni i drugi nemadu listnoga zelenila i s toga su prinuždeni, da se hrane već gotovom organskom hranom. Po tom je njihov način života sličan, nu s toga ne moraju biti u bližem srodstvu. Prave gljive razlikuju se posvema u ustrojstvu svoga tiela od bakterija i s toga ih moramo iz njih izlučiti. Više srodnosti pokazuju bakteriji sa jednom drugom grupom biljaka, što ih zovu *schizophyta* (= biljke cjepalice). Te imadu listnoga zelenila, samo što je ono prikriveno modrom nekom bojom. Vrlo ih je često naći u gnjiloj vodi u barama ili na vlažnim zidovima, koji od njih postaju zeleno-modri. Koliko se do danas znade, najsrodniji su bakteriji s tim biljkama, i pače ih neki s njima u isti red meću. Što nemadu obično bakteriji listnoga zelenila, ne smeta, jer su našli ipak nekoliko bakterija pravih, koji imadu nešto listnoga zelenila, tako da ovi čine prelaz od jednih k drugim.

II.

Podrietlo bakterija i njihovo zazprostranjenje u prirodi. — Umnažanje bakterija.

Pisci iz klasične starine pripoviedaju, da žabe i miševi postaju iz blata sami od sebe bez ikakovih roditelja. Još i danas imade ljudi, koji misle, da se n. pr. buhe izlegu iz prašine same od sebe bez ikakovih roditelja ili n. pr. upljuvci iz gnjiloga mesa.

Još u početku, kad su se prirodne nauke stale iz dugovječnoga sna dizati, držali su naučnjaci takove nazore za istinite. Pomnijim motrenjem zapaziše malo po malo, da barem savršenije životinje i biljke ne mogu postati bez roditelja. Nu za niže ostalo je i nadalje mnienje, da one mogu same od sebe postati od mrtve tvari bez ikakovih roditelja. Savršenijim se i pazljivijim iztraživanjem suzivao sve većma krug onih živih stvorova, za koje se mislio postanak bez roditelja i napokon preostadoše najsićušnija bića — bakteriji —, kojim se pripisivala ta mogućnost. Glasoviti je francuzki učenjak Louis Pasteur prvi dokazao svojim sjajnim pokusima, da ne može nijedan živi organizam kod ovakovih okolnosti, kakove danas na zemlji vladaju, postati sam od sebe bez roditelja, tako da vriedi podpunoma rečenica: omne vivum ex vivo t. j. sve živo postaje iz živoga.

Ostavimo li komad mesa na zraku, to će ono početi poslije nekoga vremena gnjiti. Danas se znade, da su tomu uzrok neki bakteriji, koji se hrane mesom. Izkuhamo li meso i dobro zatvorimo u posudu, ne će gnjiti. Kuhanjem smo ubili sve zametke bakterija, koji prouzrokuju gnjilobu, a tim, što smo ih zatvorili u bocu, niesu mogli novi zametci pridoći. Danas znade za taj postupak svaka bolja gospodarica, koja hoće da sačuva jela, koja se lako kvare.

Pa odkuda dospievaju bakteriji na meso i na druge tvari, koje gnjiju? I zrak, i voda i zemlja puna je bakterija i njihovih zametaka. Miquel je našao u Montsouris-u kraj Pariza, da sadržaje jedan litar zraka u mjesecu prosincu 1—4 zametka bakterija, dočim u srpnju do blizu 44. U zagrebačkoj vodi iz vodovoda našao je profesor Heinz 120—130 zametaka u jednom kockastom centimetru. U ostalim zdencima zagrebačkim, iz kojih se pila voda, godine 1888. našao je prof. Heinz, da voda sadržaje u jednom kockastom centimetru 10 do 240 zametaka bakterija. Zanimljivi su podatci od Miquela o vodama iz Pariza. U jednom kockastom centimetru kišnice našao je 35, u vodi Seine iznad Pariza 1400, a izpod Pariza 3200 zametaka.

Nema sumnje, da su ovaka izpitivanja zraka i vode na zametke bakterija, što se u njoj nalaze, od važnosti po ljudsko zdravstvo. Bakteriji su uzroci nekim vrlo opasnim ljudskim bolestima, koje više puta kao pošasti haraju. Zametci ovakim bolestima dospievaju u tielo čovječje izvana ili zrakom, što ga dišemo, ili vodom i jelom. Teže će u nas doći jelom ovaki zametci, jer ih većim

dielom jedemo kuhana i pečena, čime se uništavaju svi zametci. Veća je s toga mogućnost, da dospiju u nas zametci sirovom hranom, a osobito vodom, koju u znatnoj množini pijemo. S toga će biti od znamenite važnosti iztraživanje vode za piće ne samo kemijski, već i bakteriložki, jer se može na taj način saznati, kakovih zametaka imade koji zdenac, da li su ti zametci pogibeljni ili nisu zdravlju čovječjemu. S toga je i razumljivo, da su kod nas osobitu pozornost prouzročila iztraživanja prof. Heinza poglavito radi bakterija, što dolaze u pitkim vodama zagrebačkim. Nu kako često biva, tako su i tuj nevježe krivo shvatili Heinzova iztraživanja. Heinz je našao, da gotovo od svih zdenaca, iz kojih se voda upotrebljava za piće, imade vodovodna voda najviše zametaka bakterijskih. Nevješe zaključiše odmah iz toga, čuvši samo rieč bakterij, da ne valja vodovodna voda. Nu krivo je to mnienje, kao što i izkustvo dovoljno pokazuje. Ako i imade u kojoj vodi bakterija, ne moraju oni biti takovi, što bolesti prouzrokuju. Imade mnogo raznih vrsta bakterija, koje ne škode našemu zdravlju ni najmanje, a tako je isto i s onima, što dolaze u zagrebačkom vodovodu.

Izkuhamo li meso i zatvorimo li ga dobro tako, da zrak do njega ne može, zapriečit ćemo njegovu gnjilobu. Kuhanjem smo ubili bakterije i njihove zametke, što su se već na njemu nalazili, a tim, što smo ga hermetički zatvorili, zapriečili smo, da ne dodju do njega novi zametci iz zraka. Sličnim je pokusima dokazao Pasteur, da ne mogu nastati novi bakteriji bez roditelja svojih. Bakteriji se po tom radjaju, kao i sve druge biljke i životinje. A sada da vidimo, kako postaju. Ako metnemo u kakvo zgodno hranilo n. pr. u klijevinu (želatinu) samo jednu stanicu, samo jedan bakterij, to će do mala nastati u njoj poslije nekoga vremena bezbroj njih, koji su sve postali od onog jednog jedinoga. Pod sitnozorom možemo i motriti umnažanje. Kod toga se stari bakterij u sredini pretini poprečnom tankom kožicom, tako da postanu od jedne stanice dvie nove. Svaka od ovih novih stanica naraste do duljine, koju je imao prvotni bakterij, i kada to postigne, može se i ona opet dieliti. Kada od stare stanice postanu dvie nove, mogu se ove jedna od druge odieliti posvema, tako da nastanu posve samostalno za sebe dva nova bakterija. Nu često puta ostaju sve stanice, koje su od jedne postale, u savezu i čine dugačke konce. Ovaki se konci mogu naknadno razpasti u toliko samostalnih stanica, od koliko su i gradjeni.

Ako se nalazi bakterij u zgodnim prilikama, umnaža se on dosta brzo. Za neke se znade, da u prijatnim prilikama za pol ili za jedan sat razpanu u dva. Pod ovakvim okolnostima mogu se ove dvie za jedan sat opet razdvojiti, tako da će ih biti četvero, a ove tiekom trećega sata u 8 njih i t. d. Jednostavnim računom dade se izračunati, da će od jednog jedinog bakterija za dvadeset i četiri sata postati na taj način već $16^3/_4$ milijuna potomaka, nakon dva dana $281^1/_2$ bilijuna, a nakon tri dana 47 trilijuna. Njemački bakterijolog Cohn izračunao je, da bi uza svu svoju sićušnost, uzevši, da je jedan bakterij dugačak $^1/_{1000}$ milimetra, a 2—5 puta dulji, ipak potomstvo od jednoga jedinoga bakterija za pet dana zauzelo toliki prostor, da bi se njima mogla sva mora na zemlji izpuniti! Koki *(coccus)* su najsićušniji bakteriji. Kako znademo, to su posve okrugla zrnca. Ti su koki tako sićušni, da ih istom 636 milijarda važe jedan gram. Nu uza svu tu neizmjernu lakoću ipak bi potomci jednoga jedinoga koka za tri dana vagali $7^1/_2$ milijuna kilograma! Činit će se komu od čitatelja to pukim bajkama, nu lako se može svak o tom uvjeriti sam, komu je samo račun geometrijskih postupnica poznat.

Pa kako da niesu ti bakteriji već poplavili i zatrpali čitavu zemlju? pitat će možda tko. Ako se oni nalaze i u najboljem hranivu, i u najzgodnijoj toplini, u obće u najzgodnijim okolnostima, to će se ipak poslije nekoga vremena njihov razvoj zaustaviti. Kako ćemo čuti u sliedećem odsjeku, izlučuju bakteriji iz svoga tiela neke tvari, koje su i za njih u većoj mjeri otrovi. Dok je njih malo, imade i malo otrova, nu što je njih više, bit će i više otrova, koji će njih napokon ubijati ili će ih barem priečiti, da se dalje ne razvijaju. Osim toga bakteriji troše neprestano hranu, u kojoj se nalaze, raztvaraju je tako, da ona postaje nesposobna za njihovo uzdržavanje, a time je priroda odredila medje njihovom umnažanju.

U takovoj bi raztrošenoj, otrovanoj hrani morali bakteriji napokon uginuti, i da se nije za njih priroda poskrbila, uginuli bi ne ostaviv potomstva. Da se to ne zbude, stvaraju posebne organe, kojima osiguravaju svoje potomstvo. To su t. zv. truske (spare), kakvim se umnažaju i druge niže biljke, kao što su gljive i alge. U bakterija, koji prouzročuje strašnu bolest bedrenicu *(Bacillus Anthracis)* i mnoge druge, stvaraju se u samoj stanici takve sićušne okrugle truske. Ove su truske okrugle sićušne stanice, odjevene čvrstom staničnom kožicom. Ugine li majka stanica, u kojoj su

postale truske, izgnjije ona, a truske postanu slobodne. U drugih opet bakterija postane truskom čitava jedna stanica — ona poprimi svojstvo, da lako odolieva, kao i druge truske, vanjskim nepogodama. Jedne i druge vrste trusaka mogu dugo kao i sjemenke višega bilja ostati onakve, kakve jesu. Dospiju li u bolje prilike, do dobre hrane, prokliju i iz njih izraste novi bakterij, koji se ciepanjem u dvoje može umnožati na onaj način, kako smo to prije čuli.

III.

Kako djeluje toplina, vlaga i otrovi na bakterije. — Hrana za bakterije. — Umjetno odgajanje bakterija. — Vrenje.

Vrlo su žilave naravi ti sićušni stvorovi bakteriji i gotovo nema živih bića, koja bi mogla toliko odolievati raznim nepogodama kao oni. Kod studeni, kod koje je živa već daleko smrznuta, ostaju oni još u životu i mogu se poslije i opet razvijati. U tekućini smrznuti kod studeni od — 110° C, kakova temperatura u prirodi na zemlji nije poznata, već se jedino može umjetno stvoriti, — pak opet otopljeni mogoše se neki bakteriji, medju njima spomenuti bedreničin *(Bacillus Anthracis)*, opet razvijati, stvarati potomstvo, kada ih metnuše u toplo hranivo. Nu čini se, da će biti bakterija, koji će još nižu temperaturu podnieti moći bez ikakove štete. Ne ćemo se s toga začuditi, ako čujemo, da su i na sniegu i na vječnom polarnom ledu, pače i u tuči (gradu) našli živih bakterija.

Nu kao što mogu bakteriji podnositi vrlo nizke temperature, tako i opet mogu prilično visoke. Dok su u najboljem razvoju, pogibaju obično kod 50°—60° C. Nu mnogo veću toplinu podnose truske nekih bakterija. Većina ih ugiba kod topline, kod koje voda kipi (100° C.), neke mogu pače podnieti temperaturu od 105°, 110°, a i 130° C.

Ovakove vrlo nizke i visoke temperature mogu podnieti mnogi bakteriji, a da ipak ne uginu. Nu valja ipak držati na umu, da se u takvim skrajnim temperaturama ne mogu razvijati dotični bakteriji, oni su ukočeni, obamrli, kao što n. pr. i naše drveće za ciče zime. Tek ako se povisi toplina ili snizi, oživjet će opet bakteriji i dospiju li na zgodno hranivo, mogu opet rasti i umnažati se. Najzgodnija je toplina, kod koje će se bakteriji najbujnije razvijati, različita za pojedine vrste. Onakovi, koji živu na mrtvim tvarima, najbolje se razvijaju kod jedno 20° C., dočim oni, koji živu kao nametnici u životinjskom tielu, najbolje uspievaju kod topline, što ga imade tielo životinjsko. Bedreničin bakterij, s kojim ćemo se poslije pobliže upoznati, može i na mrtvim tvarima, n. pr. na krumpiru, uspievati, a i kao nametnik u krvi životinje, gdje prouzrokuje strašnu bedrenicu bolest. U krvi razvija se on bujno kod 40° C., dočim na krumpiru i kod 20°—25° C. Za kolerine bakterije potrebna je toplina od 37° C. — toplina našega tiela —, da se mogu bujno razvijati.

Kao što je toplina neka potrebna za bakterije, tako je i vlaga nuždna, da mogu dobro uspievati. I u tom se slažu podpunoma s biljem. Ako nema dovoljne vlage, ne će moći bakterij rasti, pa makar imao u obilju najbolje hrane i ma se nalazio u najzgodnijoj toplini. Dapače neki pogibaju poslije nekoga vremena, ako su posvema osušeni. Truske nasuprot mogu čestoput i najveću sušu dugo vremena podnieti. Znameniti njemački učenjak Brefeld našao je, da mogu jednom bakteriju *(Bacillus subtilis)* truske proklijati, ako su i tri godine stajale posve izsušene. Nu kako stari mogu biti bakteriji ili njihove truske, da mogu opet proklijati, ne znamo još danas, ali težko da će ih biti, koji bi mogli još poslije stoljeća klijati. Još je vriedno spomenuti, da bakteriji suhu vrućinu laglje podnose, no vlažnu. Truske bedreničnoga bakterija i drugih nekih ostadoše na životu i kod 123° C. u suhom zraku, dočim u vlažnom mnogo prije ugibaju.

Ovo su vrlo važni pojavi za nas. Budući da su bakteriji uzrok raznim pojavima kao na pr. raznim bolestima i gnjilobi, to se možemo toplinom poslužiti, da uzroke tih pojava uništimo. Znatnom toplinom možemo ubiti bakterije i time možemo zapriečiti, na pr. gnjilobu mesa, čemu već i samo sušenje mesa pomaže. U našim jelima mogu se često puta naći zametci bakterija, koji prouzrokuju bolesti. Dokazalo se na pr. da u mlieku od nezdravih krava često puta imade bakterija, što su uzrok bolesti sušici. Isto tako mogu dospjeti prašinom zametci od prerazličitih bakterija na sirovu hranu na pr. na voće, što se trži na trgovima u gradovima. U svim takvim slučajima bit će dobro, ako takvu hranu dobro prokuhamo prije no što ćemo je jesti, jer tim ćemo uništiti sve one zametke, koji se u njoj nalaze, i koji bi mogli štetni biti po naše zdravlje.

Nu kadkada ne možemo vrućine upotrebljavati, da ubijemo zametke, jer bi time pokvarili i sam predmet. Osobito to dolazi

kod liečničkih operacija, kada valja koji ud odrezati ili razrezati. Ozliedimo li tielo, to može nastati i od malene ozlede velika rana. Kod toga se rana „gnoji," kako se obično kaže. U sukrvici, što iztječe iz takove rane, prvi je neumrli Pasteur opazio bakterije. Potaknut Pasteurovim iztraživanjima prvi je Lister počeo upotrebljavati u liečničtvu t. z. *antisepsu*. Uzrok su naime gnojenju rana bakteriji. Ništa jednostavnijega, no uništiti ili barem zapriečiti ih u njihovom razvoju, i tim smo zapriečili gnojenje rane. Samo se od sebe razumieva, da ćemo težko moći vrućinu u takvim slučajevima upotrebiti. Listerova je zasluga, što je našao način, kako se mogu bakterije, koje prouzrokuju gnojenje rana, odstraniti. Za to služe razni otrovi, kao što karbol, sublimat (to je biela tvar, spoj žive i hlora) koji i u vrlo riedkoj raztopini ubija bakterije i njihove spore. Sublimat je i za čovjeka u znatnijoj mjeri vrlo jak otrov, i za to ga moramo raztopljena u vodi u malenoj množini upotrebljavati, jer tako ne će nam nauditi. U jednoj litri vode jedan gram, a i manje sublimata dovoljno je, da sve bakterije ubije, a rani ne naškodi. Druge tvari spomenute, kao karbol i jod, u množini, koja se može upotrebiti za antisepsu, čini se, ne ubijaju bakterija, već ih jedino prieče, da se ne mogu razvijati. Već sama čistoća, kojom se ne daje pristup bakterijama, dobro je sredstvo proti gnojenju rana, kako je svakomu poznato. Izperemo li ranu čistom vodom, još bolje karbolnom, i povijemo li je krpom čistom ili namazanom jodovim preparatom, bez sumnje ne će se ognojiti i brže će zacieliti. Samo takovim sredstvima moguće su danas operacije, koje sve nas zadivljuju. Koliko je prije obreta antisepse moralo ranjenika poginuti, kakovi danas ostaju na životu na radost svojih milih i dragih!

Nu nije samo kod rana od važnosti poznavanje bakterija i njihova života i načina, kako se mogu uništiti, već je danas i dalje zaseglo. Raznim strašnim bolestima uzrok su bakterije, kako danas sigurno znademo. Treba zametke ovakih bakterija uništavati i umanjit će se bolesti. Sušici su uzrok bakteriji t. z. bacillus tuberculosae, o kom ćemo još niže malo pobliže koju kazati. Sušičavi ljudi izbacuju u pljuvačkama znamenitu množinu bakterija sušice, koje mogu opet zdravoga zaraziti. Isto se tako znade, da bolestni od kolere azijske velike množine bakterija izbacuju svojom pogani, koja ako i u malenoj množini dospije u vodu, može mnogo ljudi okužiti. Da se u pljuvački ili u pogani unište bakteriji sušice ili kolere azijske, mora se ponajprije nastojati, jer će se time zapriečiti dalnje širenje bolesti. Danas se i radi oko toga t. z. desinfekcijom, koja sastoji u tom, da se ili otrovima na pr. karbolom ili vrućinom ubiju bakteriji, koji se u izmetinama nalaze. Danas se u svim bolnicama, u kojim imade sušičavih ljudi, desinfekuje njihova pljuvačka karbolom, a isto se tako radi i s izmetinama bolestnika, koji na koleri boluju. Za koleru se znade, da se širi iz jednoga mjesta u drugo ili ljudima, koji boluju od nje, ili raznim predmetima, koji imadu na sebi zametaka kolernih bakterija. Ljudi se s toga, koji dodju iz okuženih krajeva, odiele na neko vrieme, a predmeti se desinfekuju karbolom ili vrućom parom, čime se ubijaju bakteriji, koji bi se mogli na tim predmetima nalaziti. Čitateljima su sigurno već poznate te mjere i mnogima se već dogodila kakova neugodnost radi toga.

A sada se obratimo k samim bakterijima i pogledajmo, kako se hrane, jer je to najvažnije iz njihova života. Baš radi hranitbe mogu biti čovjeku jedni koristni, a drugi štetni pače i ubitačni. Ogromna većina bakterija, kako znamo, nema listnoga zelenila, i radi toga ne mogu živjeti, kao zelene biljke, od samih neorganskih tvari, jer ne mogu asimilovati. Njim su potrebni već gotovi organski spojevi, kao i svim živim bićima, životinjama i biljkama, koja nemaju listnoga zelenila. Vrlo su to različiti spojevi, koje sve da navadjamo, prieči nam prostor. Neki od njih upotrebljuju za hranu onakove spojeve, što se nalaze u živom tielu životinja i biljaka, gdje često puta radi toga, što raztvaraju te spojeve, prouzrokuju razne bolesti. Ovakovi su vezani na žive stvorove, kao što su na pr. uši i buhe vezane na žive životinje. Ovakove bakterije, koji živu na tudji račun, zovemo kao i uši i buhe nametnicima (*parasiti*). Takovi su nametnici na pr. bakterij kolere azijske, sušice, difterije i t. d. Vrlo mnogo imade bakterija, koje su zadovoljne i s mrtvim organskim spojevima, kao što su oni, koji prouzrokuju gnjilobu, koji stvaraju mliečnu kiselinu, ocat i t. d. Ove posljednje zovu znanstvenim imenom *saprofiti*. Nu ne valja misliti, da se parasiti iliti nametnici mogu jedino od organskih spojeva, što se u živom tielu nalaze, hraniti, a da se ne mogu mrtvom hranom. Neki od njih mogu uspievati i na takvim tvarima, kojih imade u prirodi dovoljno. Tako na pr. bedreničin bakterij može i na kuhanom krumpiru dobro rasti, kao i u krvi toplokrvnih životinja. I drugi bakteriji nametnici mogu se na mrtvoj tvari odgajati, samo

što to dosta težko uspieva. Tvari, koje moramo za tu svrhu uzeti ne nalaze se u prirodi takove, i s toga je nevjerojatno, da će si dotični bakteriji izvan životinja ili biljaka moći naći zgodno tlo, na kom bi se razvijati mogli. Velik je napredak u poznavanju bakterija, što su našli istraživaoci takovih tvari, na kojim se mogu i ovakovi bakteriji, koji inače samo u živom tielu životinja ili biljaka uspievaju, dobro razvijati. Za oto uzimlju obično čistu klievinu (želatinu) ili krvnu sirutku (serum), ili juhu, koja se dobije kuhanjem mesa. Ovakove se tvari danas ponajviše upotrebljuju kod odgajanja bakterija i nametnika i saprofita, jer i ovi posljednji dobro uspievaju u njima.

A sada se neka izvoli čitatelj s nama za časak u duhu potruditi u zavod bakterijoložki, da mu s nekoliko rieči protumačimo način, kako se ti sićušni stvorovi, od kojih su jedni od koristi po nas, a drugi najveća naša nevolja, odgajaju na umjetan način. Tu ćemo vidjeti staklenih bočica, na kojim je napisana ceduljica raznim nerazumljivim latinskim riečima. U nekim bočicama nalazi se zatvorena upravo smrt, ako je i ne vidimo onakve, kakovu je Koren kovač začepio u bocu. Nije tu smrt kako ju djeca pomišljaju: kostur sa kosom i klepoidrom u ruci, već su tu sićušni bakteriji, koje će nam učenjak u zavodu drage volje pod sitnozorom pokazati, a od kojih bi nam neki i u najmanjoj množini mogli bolest, pače i smrt prouzročiti. Nu da vidimo, kako se bakteriji odgajaju. Uzet ćemo za primjer, kako se odgajaju bakteriji, što se nalaze u vodi, koju pijemo, koji u nju dolaze iz zraka ili iz razne nečisti. Budući da imade svagdje bakterija, kako smo prije čuli, to bi se lako moglo dogoditi, da u našim kulturama dobijemo i onakovih, kakovih nema u vodi, koju hoćemo iztražiti. Zato se moraju uništiti vrućinom svi bakteriji, koji se nalaze na posudicama, u kojim ćemo ih odgajati. Zato ćemo takove posudice metnuti u vruću paru i tuj ostaviti neko vrieme, ili ćemo ih jednostavno jako grijati. Isto tako i hranu, u kojoj ćemo bakterije odgajati, moramo prokuhati ili barem tako uzvrućati, da svi bakteriji i njihovi zametci, koji bi se slučajno u njoj nalazili, poginu. Pošto smo i posude i hranu tako priredili, moramo ići k samom sijanju bakterija. U vodi se može nalaziti mnogo zametaka od raznih vrsta bakterija, a mi hoćemo, da svaku dobijemo posebno. Uz to se kod vode hoće znati, koliko imade bakterija u nekoj stalnoj množini, n. pr. u jednom kockastom centimetru. Za oto ćemo odmjeriti jedan kockasti centimetar vode, samo

moramo i samu mjeru prije ugrijati, da uništimo sve bakterije, koji bi se možda nalazili na njoj. Onaj kockasti centimetar vode pomiešamo sa klijevinom (želatina). Ova je kod obične topline kruta, zato je prije, no s njom vodu pomiešamo, lako ugrijemo, da se raztali. Ovako raztaljena nije ipak tako vruća, da bi u njoj poginuli bakteriji. Raztaljenu klijevinu, pomiešanu s vodom, koju hoćemo iztraživati, izlijemo na vodoravnu staklenu ploču (koja, kao i svi predmeti, s kojima radimo u takvim iztraživanjima, mora biti prije vrućana, da uginu na njoj klice, koje se možda nalaze) i pokrijemo je staklenim zvonom, da se ne bi naša kultura onečistila. Raztaljena klijevina domala će se skrutnuti kao tanka koža na staklu. Svaki bakterij, koji se nalazio u vodi, bit će pričvršćen klijevinom i ne će se moći pomicati. Sama ploča mora biti na dovoljno toplom mjestu. Drugi ili treći dan opazit ćemo samim okom na ploči okrugle pjege, biele, žute i t. d. Pustimo li ploču dulje vremena, to će pjege postajati sve veće i veće. Pod sitnozorom možemo se uvjeriti, da je svaka takva pjega sastavljena od jedne vrste bakterija, koji su svi postali od jednoga zametka, što se u vodi nalazio. Uzmimo, da je 30 ovakih pjega, to možemo zaključiti, da je i u onom kockastom centimetru vode bilo 30 zametaka bakterija. Nu neka ne misli tkogod, da je tuj i toliko vrsta bakterija, koliko je i pjega. Kadkada ćemo naći mnogo pjega, a samo jednu vrstu bakterija, a kadkada malo pjega, a za to više vrsta. Hoćemo li se pobliže upoznati s dobivenim bakterijima, to ćemo ih dalje odgajati. Za tu svrhu uzmemo hrane u bočicama n. pr. opet klijevine i u nju uciepimo iglom s koje pjege nešto samo bakterija. U boci ćemo tako dobiti posve čistu kulturu bakterija, koje sada možemo umnožati, kako nas je volja. Hoćemo li znati, je li to bakterij, koji bolesti prouzročuje, to ga ovako čista uciepimo kojoj životinji i motrimo, da li će ona oboljeti. Isto tako pazimo na razne druge pojave u životu bakterija, na koje se ne možemo ovdje obazirati, da možemo saznati, kakova li je vrsta. Jer valja napomenuti, da je samo po obliku bakterija vrlo mučno, više puta i nemoguće pojedine vrste razlučiti. Imade ih dosta, koje su svojim oblikom pod sitnozorom na vlas slične, pa su ipak skroz različne vrste, što se vidi iz sasma različitoga načina njihova života.

I bakteriji kao i sve druge životinje i biljke trebaju kisika za disanje. Kako znademo iz predjašnjega poglavlja, bilje kao i životinje udišu kisik, koji se spaja sa organskim spojevima u nji-

hovom tielu, a posljedica je toga spajanja ugljična kiselina i voda. Ugljičnu kiselinu izdiše napolje, a voda preostaje u samom tielu. Sav taj proces nazivljemo disanjem. Našli smo do sada već mnogo obilježja, u kojim se i bakteriji pokazuju sličnim drugim živim bićima, pak punim pravom imamo se nadati, da će i oni disati. Disanje je neobhodno potrebno za procese, koje nazivljemo obćenito životom, a kako nalazimo te procese i u bakterija, moramo držati, da će i oni disati. Osobito je gibanje ovisno o disanju, kao što se liepo dade o tom uvjeriti gibivim bakterijima. Metnemo li kap kake tekućine s bakterijima pod sitnozor, opazit ćemo gibive vrste, kako su nakupljene uz rub kapljice, gdje je u doticaju sa zrakom. Ovdje će biti osobito živahno gibanje. Zapriečimo li pristup zraku, a time i kisiku, prestat će se gibati.

Kada smo govorili o disanju, spomenusmo, da će biljka bez kisika poslije nekoga vremena poginuti. Nu sada nam valja još dodati, da će biljka i bez kisika, kakav se nalazi u zraku, disati sve tako dugo, dok ne će uginuti. Da se pokaže, kako životinje mogu neko vrieme i bez kisika iz zraka (gdje se on nalazi kao počelo), disati, čine pokus sa žabom, koja je u naše doba postala pravi mučenik znanosti. I žabi je potreban kisik iz zraka kao i nama. Metnemo li je u vodu i zapriečimo li pristup zraka, to će ona živjeti ipak neko vrieme i za to će vrieme izdisati ugljičnu kiselinu. Taj pojav tumače tako, što u krvi žabljoj, kao i u gotovo svim organskim spojevima, imade kisika. Doduše taj kisik nije slobodan kao u zraku, već spojen s ugljikom, vodikom, dušikom i t. d. Ovaj se kisik upotrebljava za disanje, kada ga nema iz zraka. Kada se previše potroši toga kisika, morat će napokon žaba uginuti. Isto tako tumače i disanje višega bilja, kada nema kisika iz zraka. Nu zanimljivo je, da imade biljaka, koje mogu čitav svoj život tako disati. To su baš neke gljive, osobito kvasovice, i neki bakteriji, koji imadu svoju znamenitost upravo takvomu načinu disanja zahvaliti. Sve su to biljčice, koje ovim načinom disanja proizvode poznati pojav vrenja.

Najpoznatije je vrenje mladoga vina. Uzrok su toga vrenja sićušne gljivice kvasne *(Saccharomyces)*, koje se ubrajaju medju prave gljive. Ma da niesu to bakteriji, to ćemo ih mi ovdje uzeti za primjer vrenja, jer će nam tada vrenja, što ih prouzrokuju bakteriji, biti razumljivija. To su okrugle ili jajolike stanice, koje takodjer tek pod sitnozorom možemo vidjeti. Umnažaju se vrlo brzo.

Ako ih samo nešto metnemo u zgodnu raztopinu šećera, to će domala postati tekućina mutna od njihove množine. One se drugčije umnažaju, nego li bakteriji: iz krugljaste stanice izpupa na nekom mjestu malena kvržica, koja raste, dok ne postane isto tako velika i istoga oblika, kao i mati stanica, iz koje je izrasla. Ovakovo se pupanje opetuje na jednoj stanici, a isto i na novim. Sve ovako postale stanice mogu ostati u savezu i izgledaju tada pod sitnozorom kao neki kaktusi t. zv. indijska smokva. Uspievaju ovake kvasne gljivice najbolje u tekućinama, u kojim imade sladora. Za hranu im je potreban slador i soli, koje su i za druge biljke potrebne. Ugljik dobivaju sladorom. Nu slador im daje i kisik, koji im je potreban za disanje. One oduzimlju sladoru kisik i poradi toga se razpada slador u jednostavnije spojeve: u žestu (alkohol) i ugljičnu kiselinu, a nešto malo postaje kod toga i glicerina i jantarove kiseline. Pasteur, koji je utemeljio nauku o vrenju i tim stekao neumrlih zasluga, našao je, da kvasovna gljivica potroši od sto dielova sladora po prilici $1^1/_4$ za gradjenje svoga tiela, a ostalo se razpada radi disanja i to jedno 95 dielova u žestu i ugljičnu kiselinu, a ostalo (4—5 dielova) u glicerin i jantarovu kiselinu. Takav proces nastaje kod pravljenja vina, piva, rakije i kruha. U grozdju i voću, iz kojega se hoće vino ili rakija praviti, imade u znatnoj množini sladora. Ako ostavimo sok iz grozdja ili iz voća na zraku, počet će on vreti. Kvasne gljivice disanjem raztvaraju slador i kod toga se stvara, kako smo čuli, najvećim dielom ugljična kiselina i žesta. Ugljična kiselina, koja je plin, izilazi u obliku mjehurića napolje i toga radi tekućina šumi i kipi, kao i voda na vatri. Dakako da niesu uzrok kipljenju mladoga vina vodene pare, kao kod kipljenja vode, već ugljična kiselina. U zatvorenom prostoru, kao u pivnicama, koje se ne zrače, nakuplja se ovakva ugljična kiselina u znatnoj množini i više puta se već dogodilo, da su ljud nastradali od nje. Ugljična kiselina izilazi napolje i nije od koristi po čovjeka. Žesta nasuprot ostaje u tekućini i daje joj ono svojstvo, koje čovjek traži od nje.

Isto je takov proces i kod gradjenja kruha. U brašnu imade takodjer nešto sladora. Da nastane što brže raztvaranje sladora, dodajemo tiestu nešto kvasa, koji imade u sebi u velikoj množini onih kvasnih gljivica. Ove raztvaraju slador, što se u tiestu nalazi, u ugljičnu kiselinu i žestu. Ugljična kiselina ne može izlaziti napolje, već se ona nakuplja u sitnim šupljinicama tiesta, koje radi

toga razteže, radi česa kruh postaje šupljikav. Alkohol se nalazi u tiestu u vrlo neznatnoj množini, i kada ga pečemo, izhlapi.

I za bakterije se znade, da mogu na sličan način raztvarati slador i mnoge druge tvari. Samo se još ne zna sigurno, da li je tomu uzrok disanje, kao što smo vidjeli kod kvasnih gljivica. Budući da bakteriji raztvaraju kod toga tvari, a pojavi sjećaju na one, što ih prouzrokuje u sladoru kvasova gljivica, to ih zovu obćim imenom vrenja. Različiti su proizvodi takvih vrenja i po njima nazivlju n. pr. ocatno vrenje, sluzno vrenje i t. d. prema tomu, što se kod prvoga ocat, a kod drugoga sluz stvara. Mi ćemo u sliedećem odsjeku navesti za primjer nekoliko najvažnijih vrenja, kojim su bakteriji uzrok.

IV.

Stvaranje dušične kiseline u tlu pomoću nekih bakterija (nitrifikacija). — Stvaranje octa. — Sluzno vrenje. — Stvaranje mliečne kiseline i kefira. — Gnjiloba.

Više smo puta spomenuli, da se čovjek i životinje hrane posredno ili neposredno tvarima što su ih asimilacijom stvorile zelene biljke. S toga je razumljivo, da je po čovjeka za njegov obstanak od silne važnosti poljodjelstvo. Tek narodi ratarski mogoše se uzdići do najvišega stepena kulture, a poznavanjem se života i osobito hrane biljne unapredjuje racijonalno gospodarstvo. Mi smo u prijašnjim poglavljima spomenuli, što je glavna hrana bilja i od kuda je crpe, i čuli smo, da je najveći dio dobiva iz zraka. Od hrane, što je biljka iz zemlje crpa, spomenuli smo, da je dušik. Nu kao počelo mogu ga tek u malenoj mjeri primati biljke, i koliko se u novije doba o tom znade, mogu ga tek odrasle biljke upotrebljavati. Danas se znade nebrojenim pokusima, da je najbolja hrana dušična za bilje, ako je dušik u spoju s drugim počelima, a od svih spojeva najbolja da je dušična kiselina. Iz tla, u kom je imade u maloj mjeri, za malo će je vremena bilje izcrpsti. Nu za čudo je, da će je i opet u takvom tlu poslije nekoga vremena nastati. U svakom se gotovo tlu nalazi od dušikovih spojeva u manjoj ili većoj mjeri čipavca ili amonijaka i njegovih spojeva. Za ovaj se dušikov spoj znade, da nije ni iz daleka onako dobar za hranu zelenom bilju, kao što je dušikova kiselina. Učenjaci Schloesing i Muntz već su dulje vremena opažali, da se taj amonijak u lakom tlu pretvara u dušikovu kiselinu, i pripisivaše taj proces sićušnim organizmima, nu kojih ne mogoše dokazati. Tek u najnovije doba uspjelo je ruskom učenjaku Vinogradskomu pronaći te organizme i proučiti njihov život. Kako su ta odkrića Vinogradskoga od silne važnosti u znanosti i upravo možemo reći od epohalne znamenitosti, to ne možemo a da ih ovdje ne spomenemo s nekoliko rieči.

Vinogradskomu je uspjelo, što nije mnogim drugim: odkrio je organizme, koji pretvaraju u tlu amonijak u dušikovu kiselinu i tako pripravljaju višem bilju najbolju dušičnu hranu. I to su bakteriji, ali jedni od najmanjih, što su poznati, i u obće najmanja živa bića do danas poznata. Jakim se povećanjem vide kao okrugla ili nešto duguljasta zrnca. O samom njihovom obliku nemamo što više reći. Možemo samo još reći, da će ih, kako se čini, biti više vrsta. Vinogradski ih je nazvao *nitromonadama*. Nu ako nam oblik njihov ništa osobita ne daje, to nasuprot njihov život. Oni posjeduju, kako smo spomenuli, svojstvo amonijak u dušikovu kiselinu pretvarati i to je nuždno za njihov život. U tom naliče na druge bakterije, koji posjeduju takodjer svojstvo razne tvari pretvarati. Nu u jednom se razlikuju od svih ostalih bakterija i u obće od svih do sada poznatih organizama, koji nemadu listnoga zelenila. Poznato nam je, da se samo bilje sa listnim zelenilom može hraniti neorganskim spojevima, a sve druge biljke, koje ga nemaju, moraju se hraniti već gotovim organskim spojevima. Do danas se nije znalo za nijednu iznimku u tom. Vinogradskove nitromonade čine u tom iznimku. One nemaju listnoga zelenila kao i većina bakterija, pa ipak ne trebaju za sebe organskih spojeva, pače, kako se čini, škode im ovi. Ugljik uzimlju nitromonade iz neorganskih spojeva kao i zeleno bilje i asimiliraju ga. Od zelenoga se bilja razlikuju ne samo što nemaju listnoga zelenila, već i tim, da one za asimilovanje ugljika ne trebaju svjetla: one isto tako dobro u tmini asimiluju kao i u svjetlu. Ugljik dobiva nitromonada iz kamenja, iz vapnenca, koji je spoj vapnika s ugljikovom kiselinom. Radi toga svojstva imade nitromonada znamenitu ulogu u pretvaranju kamenja u tlo, na kom se može razviti vegetacija. Muntz je našao nitromonada i na najgolijem kamenju sa Pireneja, Alpa i Vogeza. One troše po malo ovo kamenje, mrve ga, svojim mrtvim tjelešcima povećavaju mrvice i tako malo po malo pripravljaju tlo za više bilje. Iz ovoga vidimo, od kakove su

važnosti u prirodi ti nevidljivi stvorovi i od kakove su znamenitosti u znanosti.

Nitromonade su čovjeku posredno koristne, što njegovim usjevima pripravljaju dobru dušičnu hranu. Nu imade bakterija, koji neposredno koriste čovjeku. Takvi su bakteriji, koji vrenjem stvaraju ocat. Na slici 34. 3 i 4 vidimo slabije i jače povećane jedne takve bakterije, koji su uzrok tomu vrenju. Pasteur je prije trideset i pet godina našao uzrok octenju u bakterijama. Na octu se vide ti bakteriji prostim okom kao koža, koja pliva na octu, a zovu je budja ili gniezdo. Octove bakterije uspievaju u tekućinama gdje ima nešto žeste, kao u vinu, pivu i t. d. Žestu troši bakterij i pretvara je u octovu kiselinu, koja daje octu kiseli tek. Nu sami ti bakteriji, koji stvaraju ocat, mogu ga i pokvariti, ako se u njemu dalje razvijaju i pretvaraju octovu kiselinu u vodu i ugljičnu kiselinu, radi česa dakako ocat izgubi svoju vriednost. Ovdje imademo primjer, kako mogu bakteriji sastavljeni spoj raztvarati u jednostavnije spojeve. Kvasove gljivice, kako smo čuli, raztvaraju slador u žestu i ugljičnu kiselinu t. j. sastavljeniji spoj slador pretvaravaju u jednostavniju žestu i ugljičnu kiselinu. Octov bakterij može žestu u još jednostavniji spoj pretvoriti, u octovu kiselinu i napokon ovu u vodu i ugljičnu kiselinu. Bakteriji rade upravo protivno od asimilacije zelenoga bilja. Valja nam ovdje pripomenuti, da nije jedina vrst, što je naslikana na 34. slici, koja proizvadja octovo vrenje, već da ih imade više, koje sve niesu još dobro poznate.

Slično je vrenje, što se zbiva, dok mlieko kisa. Dodademo li sladkomu mlieku samo malo kiseloga mlieka ili kiseline, to će ono domala na toplom mjestu ukisati i sir će se u podobi grudva izlučiti. Pasteur je prvi bio, koji je pokazao, da se s ono nešto kisela mlieka, što ga dodajemo sladkomu, privode osobiti bakterii, koji su uzrok kisanju. To su vrlo sićušni okrugli bakteriji. Oni se umnažaju, kao i drugi, dvodjelbom, a zovu ih *Micrococcus lacticus*.

Mlieko sastoji od mliečnoga sladora, sira (casein), masla i vode. U sladkom je mlieku sir raztopljen, nu postane li ono kiselo, izlučit će se odmah sir kao grudve, jer ga kiselina prieči, da bude raztopljen. Bakterij spomenuti dospjevši u sladko mlieko pretvara mliečni slador u mliečnu kiselinu, radi koje se sir izluči u podobi grudva. Novijim se iztraživanjima našlo, da nije jedini *Micrococcus lacticus* uzrok mliečnomu vrenju, već da ga mogu i neki drugi bakteriji proizvesti. Jedan je od njih vrlo zanimiv t. z. *Micrococcus prodigiosus*. Imademo ga naslikana na slici 34. (1. i 2.). To su vrlo sitni koki, koji se često puta razvijaju na vlažnom kruhu, hostijama, krumpiru i t. d. On proizvadja crvenu kao krv boju, i na mjestima gdje dolazi, poznati ga je po toj boji. Kruh ili hostije izgledaju kao da su krvavim pjegama zamrljane, što je u prijašnje doba svakakvim praznovjernim bajkama uzrok dalo.

Našem kiselom mlieku sličan je kefir, narodno piće kavkazkih gorštaka. Budući da se u novije doba počelo i kod nas ovo zdravo i ugodno piće upotrebljavati, to ćemo nešto ovdje o njemu spomenuti. Za pripravljanje kefira imade osobitih grudica, kefirovih grudica. Ovo su nepravilnoga oblika biele grudice, velike po prilici kao orah. Postanak ovih kefirovih grudica nije poznat, postanak im se mogao samo do mješina Kavkazaca sliediti, u kojima pripravljaju kefir. Mikroskopskim se iztraživanjem našlo, da sastoje ove grudice od dviju vrsta bakterija i jedne vrste kvasne gljivice. Hoćemo li prirediti kefir, to ćemo u malo mlieka metnuti kefirgrudica (na jedan objam grudica 6—7 objama mlieka). Ovako ostavimo kod obične sobne toplote mlieko jedan dan. Tada odlijemo mlieko od grudica, koje možemo s nova upotrebljavati za pripravu kefira. Odlito mlieko možemo zgodno mliečnim kvasom nazvati. Taj mliečni kvas pomiešamo sa još toliko svježega mlieka, ulijemo sve skupa u bocu, dobro začepimo i više puta dobro promućkamo. Za jedan ili više dana imat ćemo u boci gotov kefir. To je tekućina po izgledu nalik sladkomu mlieku, kiselastoga okusa kao i kiselo mlieko i uz to se pjeni kao pivo. Od kiseloga se mlieka razlikuje, što nije sir izlučen u grudvama, već je raztopljen, i što imade jedan do dva postotka žeste. Osobito je ljeti ugodno ovo piće.

Postanak kefira tumače ovako: u grudicama ima bakterij, što je uzrok običnom kisanju mlieka. Ovaj pretvara jedan dio mliečnoga sladora u mliečnu kiselinu, od česa kiseo tek kefira. Ove kvasne gljivice, što ih ima u grudicama, pretvaraju slador u žestu i ugljičnu kiselinu: od ove se posljednje kefir pjeni, a žestu nalazimo u njem, te ga čini donekle jakim. Onaj drugi bakterij (*Dispora caucasica*), što se u grudicama u najvećoj mjeri nalazi, čini, da se sir, koji se radi mliečne kiseline zgrušava, opet raztapa, i radi toga je kefir sličan po obliku sladkom, a ne kiselom mlieku. Još nam valja spomenuti, da se grudvice kefirove umnažaju, jer se i organizmi, od kojih sastoje, neprestano umnažaju i ako smo se jednom snabdjeli s njima, imat ćemo ih po volji i vremenom sve više.

Do sada smo opisali nekoliko vrsta koristnih čovječjemu gospodarstvu, a sada hoćemo neke štetne navesti. Ogromne štete znade višeputa učiniti jedan bakterij *(Leuconostoc mesenteroides)* u tvornicama sladora. To su takodjer sićušni okrugli bakteriji, koji se nanižu u čisla. Njihova je kožica stanična od sluzi, mnogo deblja no sama stanica. U soku, što se tištenjem dobiva iz sladorove repe, iz kojega se pravi slador, množa se spomenuti bakterij vrlo brzo. Kod toga potroši za kratko vrieme sav slador, što se u soku nalazio, upotrebljujuć ga za gradjenje svoje sluzave kože, i uz to raztvarajuć ga u vodu i ugljikovu kiselinu. Na taj način propadaju velike množine soka sladorne repe. Tako su opažali, da se je badanj od 50 hektolitara, koji je imao u sebi sok sa 10 postotaka sladora, za dvanaest sati napunio samom sluzi onakih bakterija. Možemo nuzgredno spomenuti, da se slično dogadja kadkada i u vinu, koje se kvari. Vino postaje gusto, i vuče se kao riedki ljepak. I u takvom se vinu nalazi sličnih bakterija leukonostoku.

Napokon ćemo spomenuti, da imade vrlo mnogo raznih bakterija, koji još do danas niesu svi točno proučeni, koji su uzrok gnjilobi mesa, jaja i t. d. Životnim radom bakteriji raztvaraju spojeve mesa i to sastavljenije pretvaraju u jednostavnije. Zadnji su kod toga proizvodi voda, ugljikova kiselina i sumporov vodik i t. d. Ovaj je posljednji plin, koji vrlo gadno zaudara (kao gnjila jaja) i po kom se lako spoznaje gnjiloba. Lešinu raztvaraju na takav način bakteriji i sve organske tvari pretvaraju u vodu i plinove, tako da napokon od tiela preostanu samo kosti i pepeo. Svojim životnim radom stvaraju ovaki bakteriji osobite otrove, koji spadaju medju najljuće poznate.

V.

Bakteriji nametnici, koji su uzrok bolestima. — Bakteriji u ustima našim. — Bedreničin bakterij i ciepljenje proti njemu. — Bakterij sušice, kolere azijske, difterije.

Svi spomenuti bakteriji, što su škodljivi našemu gospodarstvu, ne bi mogli bakterije ozloglasiti, kao što su neki od njih, koji uzrokuju razne opasne bolesti. Do danas ih je poznat već prilično znatan broj; a budući da nije naša zadaća, da ih opisujemo sve, uzet ćemo samo nekoliko njih za primjer.

Sve su to nametnici. Što je nametnik, bit će nam jasnije, ako se sjetimo nametnih životinja, kao što je trakavica, trihina, uši, svrab i t. d. Kao što ove živu na drugim životinjam, tako i bakteriji nametnici. Svojim živovanjem škode svomu stanodavcu, prouzrokuju mu bolesti, pače i smrt. A kako škode našemu tielu i kako prouzrokuju oni bolesti? Kako se do danas znade, čini se, da razne vrste razno djeluju. Za bedreničin bakterij misli se, da svojom množinom štetno djeluje. On se osobito u krvi bolestne životinje razvija i tuj silno umnaža. Kolanjem ga krv sobom povlači. U najfinijim žilama vlasaticama nakupljaju se ovi bakteriji u velikoj množini i začepe žilice. Radi toga ne može krv kolati, od česa bolest i napokon smrt. Nu uz to, čini se, izlučuje i jake otrove, koji pospješuju bolest. — Drugi opet bakteriji ne nalaze se u tielu bolestnikovu u velikoj množini, pak ipak prouzrokuju vrlo težke bolesti, pače i smrt. Ovaki bakteriji raztvaraju tvari u tielu, nekom vrsti vrenja stvaraju u znatnoj množini otrove, vrlo jake, koji se razširuju po tielu i truju ga. Tako se n. pr. znade za bakterij, što je uzrok difteriji, pače je uspjelo i otrov njegov odieliti.

Zametci od svih takvih bakterija dospievaju u tielo čovječje iz vana. Gdje li im je prvotno sielo, ne zna se još danas posve sigurno, nu čini se, da će mnogi od njih, kao n. p. sušičini bakteriji, biti prilično razšireni. Iz bolestnika mogu lako dospievati napolje zametci bakterija, i kako znademo od prije, mogu se ovi vani višeputa dosta dugo na životu uzdržati. Dospiju li u zdrava čovjeka, mogu u njem opet bolest prouzročiti. Da ne mora uviek oboljeti čovjek, poznato je svakomu. Za vrieme pošastnih bolesti obole mnogi, koji su se najviše čuvali, a drugi opet, koji se i niesu čuvali, ne obole. Za to vrieme bit će bez sumnje svagdje dosta zametaka bakterija, pak kako da svi ljudi ne obole? Tim se pitanjem bave ljudi već dugo i ne mogu naći pravoga razloga tome pojavu. Obično se veli, da mora biti tielo „razpoloženo" (predisponovano), da se može bakterij razvijati i bolest prouzročiti, ali u čem sastoji to razpoloženje — ne znamo.

Bujna je cvjetana bakterijska u našim ustima, i do sada je poznato ništa manje nego dvadeset i pet različitih oblika u čovječjim ustima. Osobito se bujno razvijaju na desnima kraj zubi i medju njima. Sastružemo li nešto sluzi sa zubi i metnemo li je pod sitnozor, zapanjit ćemo se na silnoj množini bakterija, što živu u našim ustima. Osobito u znatnoj množini dolaze končasti bakteriji t. zv. *Leptothrix buccalis.* To su konci, koji se ne giblju i koji se lako razpadnu u kratke štapiće. Osim ovih dolaze končići, savinuti kao

vadičep (t. zv. *Spirochaete Cohnii)* i maleni bakteriji savinuti kao črknja, koji se giblju u tekućini. Napokon ćemo još spomenuti, da vrlo često dolaze i okrugli zrnčasti bakteriji t. zv. koki. U ustima ima dakle bakterija od svih triju oblika, u kojima u obće dolaze. Kakva je zadaća svim tim bakterijama u ustima, ne znamo još. Misli se, da su nekoji od njih od koristi po nas, jer prieče pristup drugih, koji bi mogli zla vrenja prouzrokovati. Nu ima ih, koji su nam upravo štetni. U šupljim zubima nadjoše bakterija. Jedni su od njih vrlo sićušni koki, okrugla zrnašca. Ovi, kako se pokusom dokazalo, pretvaraju sladorne i skrobne tvari u mliečnu kiselinu. Ovakove tvari dospievaju u naša usta hranom u znatnoj množini. Mliečna kiselina, koja se razvija njihovim živovanjem, raztapa vapno u zubu. Tako postaju u zubu rupice, u koje prodiru bakteriji, nastavljaju svoj pogubni rad i malo po malo proruju i unište čitav zub. Da to prouzrokuje strašne boli u zubu, ne trebamo spominjati, jer žalibog u današnje doba malo se tko može pohvaliti, da je prost od takvih neugodnih boli. Više sam puta čuo od nevježa, osobito seljaka, da nekakvi crv izjeda zub, i da je taj crv prilično velik. Nu u istinu nije ono crv, što ga oni vidješe, već su to ostanci hrane, koja se nakupila u šupljini, a pravi uzročnici su nevidljivi prostim okom bakteriji. Izpiranje zubi vodom i tvarima, što ubijaju bakterije, zapriečit će šupljikavost njihovu.

Vrlo je opasan domaćim životinjama a i samom čovjeku bakterij, što prouzrokuje bolest bedrenicu (*Anthrax,* Milzbrand, *infiammazione della milza*). Osobito su podvrženi ovoj bolesti biljožderni sisari, a u manjoj mjerimesožderi. Velike množine raznoga blaga, kao goveda, konja, ovaca znade postradati od strašne ove bolesti. U čovjeku prouzrokuje strašne boli i bolestnik obično brzo umre.

Na slici 34., gdje su bakteriji naslikani, imademo kod 7. i 8. bedreničin bakterij *(Bacillus anthracis)* naslikan. To su ravni štapići jedno $1/_{1000}$ milimetra debeli, a tri do četiri puta dulji. Ovakvi se štapići diele poprečnim stienama u dvie nove stanice i tako nastaju prilično dugački konci. Ovi se mogu razpasti opet u pojedine stanice, od kojih su sastavljeni. U krvi životinja, koje su na bedrenici uginule, naći ćemo takvih štapića u ogromnoj množini, a najviše u slezenama. U štapićima iz krvi uginulih životinja nema trusaka, dočim ih nalazimo u bakterijama, koje smo odgojili na umjetnoj hrani, u znatnoj množini. Truske postaju u stanicama, odjevene su debelom kožicom, i ako stanica, u kojoj su postale, iztrune, dospiju

napolje. Kako smo čuli prije, mogu truske mnogo bolje odolievati raznim nepogodama, nego li same stanice.

Ne samo u krvi životinjskoj, već i na raznim drugim organskim tvarima mogu se ovi bakteriji dobro razvijati. Oni će isto tako liepo rasti i na krumpiru i na raznom vlažnom sjemenju kao i u krvi. Taj je način života od važnosti za poznavanje bakterija, jer tim možemo raztumačiti mnoge pojave kod razširenja bedrenice. Nu prije ćemo još koju reći o načinu, kako dospievaju bedrenični bakteriji u životinju. Dva su načina moguća: ili kroz ozledu na tielu ili kroz hranu. Kod životinja obično je ovaj posljednji način. Hranom, kao n. pr. sienom, dospiju bakteriji u želudac preživačev. Kiseli sok želudačni ubija bakterije, ali ne ubija njihovih trusaka. Ove mogu dospjeti žive i zdrave do crieva i sa mlieči u krv. Ovdje prokliju truske, iz njih izrastu novi bakteriji, koji domalo napuče krv. Životinja oboli i napokon ugine.

Kroz ozledu dospievaju bedrenični bakteriji mnogo rjedje u krv. Kod toga mogu i same bakterije i bez spora uzrokovati bolest. Bedrenica, što se kod ljudi pojavlja, dolazi najviše od okuženja rane. Osobito dolazi kod ljudi, koji neoprezno postupaju s lešinama ili kožama životinja, koje su od bedrenice uginule. Kadkada mogu i same muhe na svom rilu prenieti s lešine bedreničnih bakterija na čovjeka i njemu ga u krv ubodom uciepiti, što biva srećom dosta riedko.

Iz životinje koja je na bedrenici uginula, dospievaju bakteriji na zemlju, kao što i krvlju, što znade iztjecati iz bolestnih životinja na bedrenici. Na zemlji se mogu bakteriji dalje razvijati, jer smo čuli, da se i na mnogim biljnim tvarima mogu dobro razvijati. Ovako mogu ostati i po više godina i okuživati mnoge životinje. Poznati su pojedini krajevi, u kojim je bedrenica dosta obična, dok je opet u drugim krajevima posve riedka. Što je tomu uzrok, ne znamo još, nu misli se, da vlaga mnogo djeluje.

Da su upravo bakteriji uzrok bedrenici, dokazalo se nesumnjivo sa mnogo pokusa. Upravo su bedreničini bacili prvi, na kojima se dokazalo, da bakteriji uzrokuju neke bolesti. Ako od umjetno odgojenih bakterija ma najmanju množinu, množinu, koja stane na vrh od igle, uciepimo zgodnoj životinji, to će ova oboljeti pod istim simptomima, kao i životinje, koje su bez utjecaja čovječjega na bedrenici oboljele. Bezbrojnim se pokusima pokazalo, da niesu sve životinje jednako osjetljive prama bedrenici. Najosjetljiviji je miš

okućar, zatim redom sve manje osjetljiva su zamorčeta, kunilci, ovce i goveda. Manje su osjetljive životinje, koje se hrane mješovitom hranom, a najmanje mesoždere. Zanimljivo je, da su žabe i gušteri osjetljivi istom, kada ih držimo u toplini, koja je po prilici jednaka toplini toplokrvnih životinja, dočim im kod obične temperature ne škodi bedreničin bacil ni najmanje.

Bedreničin bacil po svoj prilici djeluje pogubno na životinje otrovom, što ih on izlučuje, nu kaki je to otrov, ne zna se još. Nu vrlo je zanimivo, da mogu pod stanovitim okolnostima bedrenični bakteriji postati posve neškodljivi. Pasteur je odgajao bedreničine bacile u juhi kokošjoj kod topline od 42—43°. Malo po malo postadoše bakteriji neškodljivi. Najprije su postali neškodljivi za životinje, koje su manje osjetljive na njih, a napokon i za najosjetljivije, tako n. pr. najprije za kunilce, zatim za zamorčeta, a napokon i za miša pokućara, koji je najosjetljiviji na bedrenici. U čem je nastala ta promjena, ne zna se. Po svoj prilici izgubiše oni svojstvo, da proizvadjaju otrov, ali zašto, ne znamo. Od velike je važnosti ovo iznašašće Pasteurovo. Uciepimo li ovakve neškodljive bacile bedreničine u životinju, to će ona poslije moći odolievati i škodljivim. Ovo je izum Pasteurov, koji bi bio sam za sebe kadar njemu neumrlu slavu steći. Ciepljenje životinja neškodljivim bedreničnim bacilima, radi česa im bedrenica kasnije ne naudi, upotrebljuje se danas i u gospodarstvu, i rezultati su u obće povoljni. Već toga radi možemo povjerovati tvrdnji znamenitoga englezkoga prirodopisca Huxleya, da su izumi Pasteurovi Francuzkoj više dobitka donieli, nego što je iznašala ratna odšteta, što je morala platiti Njemačkoj.

Rus Mečnikov je kušao protumačiti, za što ciepljenoj životinji ne škode poslije otrovni bedrenični bacili. On taj pojav tumači ovako. Krv sastoji od tekućine t. zv. krvne sirutke (serum) i vrlo sićušnih krvnih bobičica. Od ovih posljednjih je većina crveno omaštena, a nešto malo je njih biele boje. Biele krvne bobičice mienjaju oblik tiela, puštaju razne nastavke i opet ih uvlače, i izgledaju kao neki nevidi. One znadu i tudje predmete, što se slučajno u krvi nalaze, obuhvatiti i pače progutati. Nalazi li se u krvi onakih bedreničnih bacila, koji su postali neškodljivi, to će i njih krvne bobičice progutati i probaviti. Dospije li poslije u krv i otrovnih bedreničnih bacila, to će i njih sada moći požderati biele krvne bobičice, i tim ih učiniti neškodljivima. Dok nije u krvi bilo

neškodljivih bacila, niesu ih mogli proždirati, i radi toga su se otrovni brzo umnažali i otrovali krv. Ciepljenjem se priučaju krvne bobičice na žderanje bacila i to najprije neškodljivih, koje mogu lako proždrieti, kao i druge neškodljive stvari, a poslije, naučivši se jednom na njih, i škodljive. Biele su krvne bobičice po tom nekakvi čuvari, koji krv čuvaju od pogubnih nametnika.

Od svih bakterija nametnika najviše je došao na zao glas bez sumnje bakterij, što prouzrokuje groznu bolest sušicu. Poprieko uzevši jednu sedminu od svih slučajeva ljudske smrti prouzrokuje taj presićušni bakterij. Već od godine 1865. znalo se sigurnim pokusima, da je sušica priljepčiva bolest, i mislilo se, da će joj uzrok biti nekakvi organizmi. Dugo se tražilo te organizme, dok nije istom 1882. godine znamenitom njemačkom bakterijologu Robertu Kochu pošlo za rukom, da odkrije pravoga krivca. Našao ga u obliku neznatnih štapića, bakterija, koje je nazvao *Bacillus tuberculosae.*

U sušičavim plućima uzrokuju ovi bakteriji osobite izrodjaje, koji se pojavljaju kao gomoljići iliti tuberkuli, od česa i ime latinsko bolesti *tuberculosa.* Ovi se gomoljići iliti tuberkuli ne pojavljaju samo u plućima, već i na raznim drugim dielovima tiela, gdje takodjer prouzrokuju bolest, samo što je plućna tuberkuloza najobćenitije poznata. Osim čovjeka može i na drugim raznim toplokrvnim životinjama, osobito domaćim, ovaj bakterij prouzrokovati sušicu. U tuberkulima a i u pljuvački bolestnika, što boluje od sušice, nalaze se ovi bakteriji. I to su bakteriji, koji izgledaju poput sićušnih štapića, dugačkih jedno dvie do tri tisućinke milimetra. Obično su ti štapići ravni, a kadkad i malo zavinuti. Spora njihovih ne poznajemo. Na umjetan se način mnogo teže odgajaju nego n. pr. bedreničin bakterij, treba za to izabrane hrane, kao krvne sirutke, ili juhe, peptona, glicerina i t. d. Uz to hoće oni, da im je i toplo, a najvole toplinu čovječjega tiela. S ovakim je bakterijima Koch kušao okužiti razne životinje, koje su podvržene sušici. Uzeo je 217 komada kunilaca, zamorčeta, mačaka i voluharica, i uciepio im je ili pod kožu ili u krv onih bakterija, ili im je dao, da ih udišu. Bez iznimke su životinje oboljele na sušici sa svim značajnim znakovima, i tako je Koch nesumnjivo dokazao, da je njegov „*Bacillus tuberculosae*“ u istinu uzročnik te strašne bolesti. To je odkriće Kochovo od velike znamenitosti ne samo za čistu znanost, već i za samu praksu. Već smo jednom spomenuli, da je liečniku mnogo laglje liečiti bolestnika, ako znade, od koje

li bolesti trpi. Sušicu je višeputa težko razlikovati od nekih drugih, kadkad manje pogibeljnih bolesti. Kochovim je obretom olakoćeno prepoznavanje sušice. Samo valja liečniku pljuvačku bolestnikovu iztražiti i nadje li u njoj *Bacillus tuberculosae,* tada je sigurno, da imade posla sa sušicom. Uz to je nade, da će se naći i sigurnoga lieka od sušice, kada znademo uzročnika njezinoga. Isti je Koch i našao cjepivo proti sušici, ali se žalibog niesu izpunile nade, što su se u nj polagale. Nu ipak se nadamo, da će i to ljudskomu umu za rukom poći.

Izvan čovječjega tiela sušičini su bakteriji dosta žilava života. Osušeni mogu i 186 dana, u gnjiloj pljuvački do 43 dana živjeti. Podnose suhu vrućinu do blizu vrelišta vode, dočim u vlažnoj toplini mnogo prije uginu. Radi ovih svojstava razumljivo je, da je i sušica tako raširena bolest. Što jedan čovjek odolieva bakterijima sušičinim, a drugi ne, bit će uzrok u tjelesnom razpoloženju, ali u čem ovo sastoji, kako smo već spomenuli, ne znamo.

Vrlo je opasan bakterij, što prouzrokuje difteriju. Silna množina osobito nejake dječice pogiba od ovoga neuglednoga stvora. Već se dugo znalo, da je difterija priljepčiva bolest, i mislilo se, da će i tuj biti uzrok nekakvi sićušni organizam. Kada se u novije doba našlo, da su nekim priljepčivim bolestima uzroci bakteriji, počeše misliti, da će i difteriju uzročiti koji bakterij, i s toga ga počeše tražiti. Vrlo je mučan to bio posao. Difterija se pojavlja, kako je poznato, u ždrielu i dušniku. I u zdravom ždrielu i dušniku imade sijaset raznih neškodljivih bakterija, kao i u ustima, kako smo to prije vidjeli. Koliko se tek različitih bakterija nakupi u bolestnom ždrielu! Kako su ovi dosta slični medju sobom, težko je prepoznati pravoga krivca. Napokon je uspjelo njemačkim učenjacima Klebsu i Löffleru odkriti pravoga uzročnika bolesti difterije. Osobito je potonjemu uspjelo odgajati na umjetnim hranilima toga bakterija, što ga zovu *Bacillus diphteriae.* Ako bi od ovakvih bacila samo nešto uciepio u životinje, oboljele bi od difterije, čime je dokazano, da je upravo taj bacil uzrok njezin.

Difterijini bacili su veliki kao i oni od sušice, samo što su nešto deblji. Uz to su ovi nešto svinuti i na jednom ili i na oba kraja kao kijačica odebljali. I ovi se ne giblju. Truske im niesu poznate. Znameniti učenik slavnoga Pasteura, Roux, našao je, da ovi bakteriji izlučuju nekakav jaki otrov, koji se razširuje po tielu bolestnikovu, i ovome često i smrt zadaje. Isti taj Roux i gotovo u isto vrieme i Niemac Behring nadjoše osobito cjepivo, koje se pokazalo kao vrlo dobar liek proti difteriji. Gotovo svi liečnici, koji su to cjepivo počeli upotrebljavati, priznaju, da nadkriljuje sve druge ljekove, koji su se do sada proti difteriji upotrebljavali. Broj slučajeva smrti od difterije smanjio se gotovo za dvie trećine, ako se to cjepivo upotrebljavalo. I u najtežim slučajevima znade još pomoći, nu samo se po sebi razumije, da sigurnije djeluje, ako se upotrebljuje u prvim stadijima bolesti. Još i drugo dobro svojstvo imade to cjepivo, što ne samo da izlječuje oboljele od difterije, već i zdrave, ako se njim ciepe, zaštićuje u buduće od bolesti. Na kako dugo zaštićuje, ne zna se još radi prekratkoga vremena, jer su jedva dvie godine, što se cjepivo ovo počelo upotrebljavati.

Kako se dobiva ovo cjepivo, opisat ćemo samo u najglavnijim točkama. Difterijski se bacili odgajaju u velikoj množini u kakvoj hranivoj tekućini na pr. u juhi. Kako se tu bacili razvijaju svojim osobitim vrenjem, stvaraju nekakvi jak otrov, koji, kako smo čuli, prouzrokuje upravo onu bolest. Ovaj se otrov dobije sam za sebe tako, da se čitava tekućina prociedi kroz cjedilo od gline. Kroz fine škuljice u glini može samo tekućina s otrovom proći, dočim bakteriji ne mogu. U prociedjenoj dakle tekućini nema bakterija. Ako od ovakve tekućine uštrcamo kakvoj manjoj životinji na pr. zamorčetu ma samo malo, uginut će za jedan dan. U malenoj množini mogu veće životinje podnieti taj otrov, ali u većoj ne. Nu ako većoj životinji uštrcavamo iz početka malo, a tada malo po malo sve više i više toga otrova, moći će ga napokon bez štete i u velikoj množini podnieti. Da dobiju dobro cjepivo, uzimlju zdrave mlade konje. Prvi dan mu samo malo uštrcaju otrova, a tada postupno sve više. Poslije tri mjeseca može on bez ikakve štete i do blizu četvrt litra takvoga otrova podnieti. Tada se veli, da je konj postao „*imun*“ od difterije. Ovakvome se konju oduzme nekoliko litara krvi, i krv se pusti, da se zgruša. Krvna se sirutka odlije i to je gotovo cjepivo. Ako se nešta takvoga cjepiva uštrca zamorčetu, a poslije toga samoga otrova, od kojega bi on prije uginuo, ne će mu ovaj sada ništa škoditi. Ako se u bolestnika uštrca nešto cjepiva, obično će mu biti odmah laglje. Pomalo će mu se grlo očistiti i on će ozdraviti. Bolestnika, komu je, što no se veli, duša na jeziku, dakako riedko će spasti i taj liek. Dakako, da se imamo nadati, da će se i ovaj liek vremenom usavršiti, jer kako znademo, ništa čovjek ne izumi odmah savršeno.

Još ćemo spomenuti bakterij, što je uzrok strašnoj pošasti kratelja ili azijskoj koleri. U Evropi se hvala Bogu ne pojavlja ta strašna bolest svake godine, kao na pr. prije spomenute bolesti sušica i difterija. U Aziji nasuprot kao na ušću Gangesa i Brahmaputre obična je to bolest, od koje gotovo u svako doba godine pogibaju ljudi. Čini se, da su ti močvarni krajevi indijski upravo domovina kratelja, a odavle da se okuženim ljudma prenaša i u druge strane svieta.

Kada se g. 1883. pojavio kratelj u Egiptu, poslaše francuzka i njemačka vlada ekspedicije, koje će proučiti bolje tu bolest i potražiti uzročnika njezina. Francuzkoj ekspediciji ne uspije odkriti traženo, jer joj najznamenitiji član, Pasteurov učenik Thuillier, padne žrtvom kratelja. Nasuprot njemačkoj ekspediciji uspije pronaći uzrok kratelja u obliku osobitoga bakterija. Tuj je opet zasluge stekao najznamenitiji njemački bakteriolog R. Koch.

Spomenuti je bakterij nešto kraći i deblji od onoga sušičina. Uviek je zavinut ili kao črknja (*comma* i od toga ime *commabacillus*) ili kao slovo „s" ili kao spirala (vidi na slici 34. kod 5 i 6). Ovi se mogu gibati. Dadu se lako odgajati na vrlo različitim hranilima. Ako se ovakim odgojenim bakterijima zgodno okuže životinje, pojave se i na njima znakovi bolesti krateljne, što je dokaz, da je spomenuti bakterij upravo uzrok njezin. Nu još je i drugi dokaz za tu tvrdnju, što se naime uviek nadje u crievima ljudi, koji su oboljeli od kratelji. Više puta ih je naći u crievima u ogromnoj množini. Oni izlučuju takodjer nekakvi otrov, koji se iz crieva razširuje po tielu bolestnikovu i na taj način prouzrokuje bolest.

Koch je našao kolerina bakterija i u mlakama u krajevima indijskim. U novije su ga doba našli i u riekama krajeva okuženih od kratelja. Ovakvom se vodom po svoj prilici širi i bolest.

Još ćemo samo spomenuti, da je i nekim drugim priljepčivim bolestima poznat uzrok u obliku osobitih bakterija kao na pr. gubi *(lepra)*, tifusu i i. d., dočim nekim bez sumnje priljepčivim bolestima kao na pr. kozicama nije do danas uspjelo naći pravoga uzročnika.

Množanje bilja.

I.

Cviet je najvažniji organ za razdiobu bilja. — Glavni dielovi cvieta. — Cvjetni su organi osobitoga oblika listovi.

Ako poslovica kaže, da se ptica poznaje po perju, to bi se isto tako moglo reći, da se biljka poznaje po cvietu ili ako ćemo još točnije, po njezinim razplodnim organima. Već u početku, kada se kušalo razvrstati u pojedine skupine mnogobrojne oblike bilja, uzeo se najvažniji obzir na cvjetove i u obće na organe, kojima se ono množa. Neumrli je prirodopisac Karlo Linné na osnovu ovom razvrstao sve bilje u dvadeset i četiri razreda, smjestivši u prva dvadeset i tri razreda sve bilje sa cvietom, a u dvadeset i četvrti razred sve ostalo bez cvieta, kao što su paprati, mahovi, alge, gljive i lišaji. Bilje sa cvietom razvrstao je u dvadeset i tri razreda po broju prašnika, po tome, da li su ovi u cvietu svi jednaki medjusobno ili ne, da li se nalaze prašnici i pestići u jednoj biljci ili ne i t. d. Ovakva je dakako razdioba umjetna. Takva bi bila razdioba n. pr., kada bi tko htio razdieliti životinje na one, koje imadu krila, koje imadu plitve i t. d., jer bi tada morao u prvi razred smjestiti i šišmiše i ptice i kukce, a u drugi i kitove i ribe, životinje, koje se u drugim dielovima tiela posve razlikuju, koje ne pokazuju nikakva srodstva medju sobom. S toga se nastojalo poslije Linnéa razvrstati biline po njihovoj srodnosti, obzirući se kod toga ne samo na jedan organ njihov, već na sve. Ovakav sustav zove se prirodni. Nu mnogo je teže načiniti ovakav prirodni sustav i s toga se ne ćemo čuditi, ako i danas nemamo podpuno gotovoga. Pošto se ostali organi biljni, osobito kod bilja sa cvjetovi, dosta neznatno razlikuju medju sobom, to se i kod stvaranja prirodnoga sustava obaziru na cviet, na njegov oblik i sastav.

S toga nam je razumljivo, da botaničari najveću pažnju davaju cvjetovima i u obće organima, kojima se bilje umnaža.

Ako je cviet od tolike važnosti za naučnjake botaničare, to je on i za ljude, koji se ne bave stvaranjem sustava biljnih. U cvietu postaje sjeme, iz njega postaje plod, naš svakdanji hljeb postaje iz njega. Žito, sočivo, voće: sve su to proizvodi rada cvjetovnoga. Oko naše nasladjuje se krasnim oblicima i bojama njihovim, a nos divnim mirisom njihovim. Ljepših mirisa i nema u prirodi, no što su od raznoga cvieća. Kao što je čovjek jedno bilje stao odgajati radi plodova njegovih, tako je opet drugo radi cvjetova uveo u svoju kuću. Ovo imade sada isto tako u najsjajniju palaču pristup, kao što u najsiromašniju kolibicu. Ova ljubav k cvieću liepo je već opisana u predjašnjim svezcima ove knjige, i s toga se tim ne ćemo ovdje baviti. Naša je sada zadaća, da prikažemo, kako se cviećem bilje množa i kako se u obće razplodjuje. Ponajprije ćemo govoriti o razplodu bilja, što posjeduje cvieće, a poslije ćemo nešto kazati i o razplodu bilja bez cvieća.

Da bolje razumijemo daljne razlaganje, hoćemo spomenuti, od kojih li glavnih dielova sastoji cviet. Uzmimo za primjer makov cviet, na kom ćemo lako razabrati pojedine dielove, radi toga, što su dosta veliki. Dok je još cviet u pupoljku, vidimo na njemu dva zelena lista, koji omataju šarene zgužvane listove. Ovi se zeleni listovi zovu pojedince l a p o v i, a zajedno č a š k a. U drugim su nekim cvjetovima ovakvi lapovi srasli u podobi čaše, i radi toga su ga i nazvali čaškom. Razcvate li se cviet makov, odpadnu mu lapovi, njih sada više ne treba, jer su ga oni štitili samo, dok je bio mlad, u pupu smotan. Na ovako razcvatenom maku iztiču se četiri velika lista liepe boje, obično biele ili crvene boje. Ove nazivlju l a t i c a m a, a pošto su kao vienac oko sredine cvieta poredani, zovu ih zajedno v j e n č i ć. Kod nekih drugih cvjetova, n. pr. kod krumpira, naprstka i t. d., srastu se sve latice zajedno i izgleda ovakav vjenčić ili kao tanjurić ili kao napršnjak ili kao zvonce i t. d. Idemo li dalje motriti prema središtu makova cvieta, naići ćemo na red nekakvih kao niti, kojih ako se dotaknemo prstom, ostavit će nam nekakvoga praška. Radi toga baš i nazivlju ove niti p r a š n i c i m a, a onaj prašak zovu p e l u d. Na prašniku ćemo opaziti donji dio tanki, t. zv. n i t, i gornji odebljali, t. zv. p r a š n i c u. U ovoj se prašnici nalaze četiri šupljinice, u kojim se nalazi pelud. Kada stiene onih šupljinica puknu, izpadne pelud napolje. U maka je

broj prašnika velik i nestalan, dočim je kod većine bilja malen i stalan. U sredini ćemo napokon cvieta opaziti debeli neki organ, prema vrhu razširen, a ozgor kao nekom kapom pokriven. To je p e s t i ć, od njega postaje poslije plod, makov tobolac. Kod mnogoga drugoga cvieća, n. pr. kod liljana, vidjet ćemo, da taki p e s t i ć sastoji od tri diela: donjega debeloga diela p l o d n i c e, onda tanjega diela v r a t a, i trećega diela, koji na vratu kao glavica sjedi, n j u š k e. Makov pestić imade samo plodnicu i njušku: plodnica je najveći dio njegov trbušasto razširen, a njuška na njoj sjedi kao kapica. Plodnica se tako zove, jer od nje plod nastaje. U plodnici se nalazi jedna ili više šupljina, a na stienama tih šupljina naći ćemo sitnih, već prostim okom vidivih zrnaca. U plodnici pšenice, kukuruze i t. d. naći ćemo samo jedno ovako zrnce, dočim ćemo ih u makovoj naći sijaset. Ta su zrnca mlade sjemenke, i zovu ih s j e m e n i m p u p o l j c i m a.

Spomenut ćemo, da svih ovih dielova, što smo ih našli na cvietu makovom, nema u svakom cvietu drugih biljaka, već da nekim manjka sada ovaj, sada onaj dio. U liljana, zumbula, šafrana, ovčice i t. d. uzalud ćemo tražiti čašku, jer je i nema. Ovdje ćemo naći oko prašnika samo jednu vrstu listića liepo bojadisanih, i ovdje ne zovu te listiće vjenčićem ili čaškom, već c v j e t n i m o v o j k o m *(perigon)*. Gdje se god ne može razlikovati posebna čaška i posebni vjenčić, tamo svagdje zovu listove, što dolaze tik oko prašnika i pestića, cvjetnim ovojkom. Na druge razlike u cvieću ne ćemo ovdje za sada ići, već ćemo ih, ako bude gdje od potrebe, spomenuti kasnije.

Čuli smo prije, da su temeljni organi biljni korien, stabljika i list, i da sve česti biljnoga tiela možemo svesti na ova tri tipa. Činit će se na prvi pogled to nevjerojatnim osobito radi cvieta i njegovih organa, da se i ovi mogu svesti na one temeljne tipove. Da je čaška sastavljena od listova, ne čini nam se baš čudnim, jer njezini lapovi u istinu imadu oblik i boju običnih listova. Čaška je većinom zelena kao i obično lišće. Da su i latice u vjenčiću listovi, koji se većinom svojom bojom razlikuju od običnoga lišća, možemo se lako n. pr. na b o ž u r u *(Paeonia*, Pfingstrose, *peonia)* ili na l o p o č u (*Nymphaea*, Seerose) uvjeriti. Uzmimo za primjer lopoč, koji ljeti krasi svojim velikim bielim cvietom naše bare i jezera. Izvana imade četiri lapa, što sačinjavaju čašku. Ovi su iz vana zeleni, a prema nutrini cvieta bieli. Motrimo li latice, što su tik do njih, to ćemo

vidjeti, da su ove sve to više biele, što su bliže središtu cvjetnom, dok nisu napokon posve biele. Nu još možemo nešto na tom cvietu opaziti. Latice, koje su posve biele, postaju prema središtu cvjetnom sve uže. Kako su uže, tako imadu i kvržice po dvie na gornjem dielu svom, dok napokon one, koje su sasma blizu središta, ne dobiju oblik podpuni prašnika. Iz toga vidimo, da su i prašnici listovi osobitoga oblika, koji su prema svojoj zadaći poprimili osobiti oblik. Na lopočevom cvietu dakle možemo vidjeti neprekinuti prielaz od listova čaške sve do prašnika. Kako latice prelaze u prašnike, možemo vidjeti na mnogom bilju u vrtovima, što imade gurmate cvjetove. Osobito liepo možemo vidjeti na gurmatim ružama n. pr. na običnoj ruži stoperci (*Rosa centifolia*). Latice su ove ruže okruglaste. Motrimo li ih redom od vana prema nutri, vidjet ćemo, da ove postaju sve uže, što su bliže sredini cvjetnoj Na nekim užim laticama opazit ćemo i nekakve kvržice debele, na svakoj strani po jednu. Na još užim moći ćemo u tim kvržicama i peluda nešto opaziti. Napokon ćemo vidjeti prašnika s posve pravilnim oblikom, gdje je od lista ostao samo vrlo tanki držak, na kom se na vrhu nalazi peludnica. Na gurmatim ćemo cvjetovima kadkada naći, da su svi prašnici u same latice pretvoreni, na kojim ćemo samo gdjegdje vidjeti kvržicu kao ostatak od prašnica. Nu kadkada možemo vidjeti, da se je pače i pestić pretvorio u jednu ili više latica, tako da možemo reći, da je i ovaj sagradjen od listova. I u istinu je pestić takodjer sagradjen od jednoga ili više listova, koji su tako srašteni svojim rubovima, da zatvaraju jednu ili više šupljina, u kojim se nalaze sjemeni pupoljci. Ovi su iz početka vrlo nježni i s toga im treba zaštite od zračnih nepogoda. S toga možemo uzporediti cviet grančici, na kojoj su listovi u gustim pršljenima poredani, i gdje su se ovi svaki svojoj svrsi priudesili.

II.

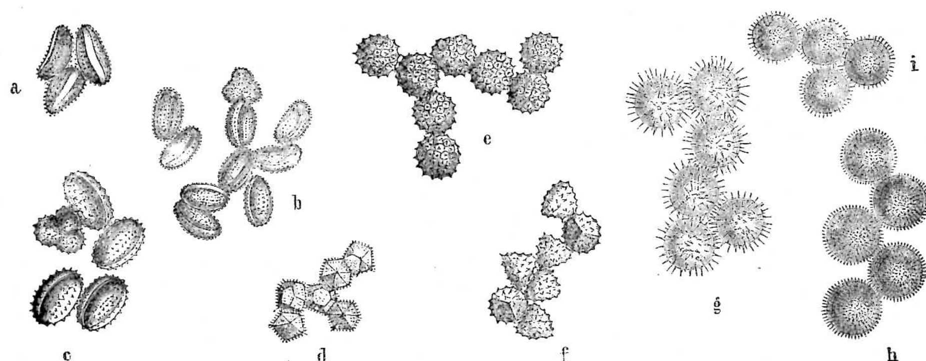
Bitnije česti cvieta. — Jednodome i dvodome biljke. — Peludna zrna. — Sjemeni pupovi. — Oplodnja. — Križanje.

Mi znademo, kakvu zadaću imadu korien, stablo i lišće u životu biljčinom: njim valja skrbiti za hranu biljci, da se uzmogne proturati u životu svom. Nu i najdugovječnijem dubu odmjereno je vrieme njegova života i hoće li, da se njegovo ime spominje i

poslije njega, kada će davno već iztrunuti njegovo tielo, valja mu se skrbiti za svoje potomstvo. Zato imade on svoje cvjetove, kojim je ta zadaća dodieljena. Dočim se korien, stablo i lišće brine samo za sadanjost, to je cvietu i njegovim organima zadaća častnija, da se brine za potomstvo, od kojega sam dub nema materijalne koristi, već prije štete. Organi cvietni imadu ovu zadaću obaviti. Pita se sada, da li je svim ovim organima u jednakoj mjeri odredjeno, da stvaraju potomstvo? Već smo kod hranitbe vidjeli, da si uloge podieliše pojedini organi: jedni primaju hranu iz vanjskoga svieta, drugi je preradjuju, a treći je dovode do mjestâ, gdje će se trošiti. S toga se možemo nadati, da će tako i u cvieta biti. I u istinu jest tako. Čuli smo za cviet makov, da lapovi čaškini odpadaju, čim se cviet razpupa. Ovdje je bila zadaća čaški samo, da štiti mladi cviet, dok je još u pupoljku. U drugih cvjetova ostaje čaška obično, kada se cviet razcvate. Nu i ovdje imade zadaću ona, da štiti cviet od vanjskih nepogoda. Vjenčić se iztiče od drugih dielova biljčinih svojim bojama. Vidjet ćemo kasnije, da je ovakim vjenčićima zadaća, da primamljuju kukce, koji će oprašiti cviet. Napokon preostaju prašnici i pestići. Spomenusmo već u prijašnjem odsjeku ovoga poglavlja, da onih svih česti nemaju uviek cvjetovi. Mjesto čaške i vjenčića dolazi u nekih biljaka samo jedna vrst listova t. z. cvjetni ovojak ili perigon. Ovaj onda preuzima zadaću i čaške i vjenčića kao n. p. u liljana, ili jedino zadaću čaške, kao u onakvoga bilja, kome je ovojak zelen. Nu valja nam ovdje pripomenuti, da imade cvieća, gdje nema ni ovojka, a ni čaške i vjenčića, kao n. pr. u vrbe. Takve cvjetove zovu golima. Ima li bilja, koje u svojim cvjetovima ne bi imalo prašnika i pestića? U istinu nema. Na konoplji i drugim mnogim biljkama uzalud ćemo tražiti na jednoj biljci u cvietu i prašnike i pestiće, jer se na jednim biljkama nalaze samo prašnički, a na drugim samo pestićki cvjetovi, t. j. na jednoj su biljci cvjetovi samo s prašnicima, a na drugoj cvjetovi samo s pestićima. Ovake biljke, gdje su prašnici i pestići na raznim individuima smješteni, zovu dvodomima. Na kukuruzi nalazimo na istoj biljci i prašnike i pestiće, samo što se ovdje nalaze prašnici u posebnim, a pestići u posebnim cvjetovima. Prašnički su cvjetovi smješteni na vrhu stabljike u poznatoj onoj kiti, a pestićki niže u klipu. Ovakove biljke, kao što je kukuruza, gdje se na istoj biljci nalaze posebni cvjetovi s prašnicima, a posebni s pestićima, zovu jednodomima. Ni jednodome ni dvodome biljke

ne protive se onoj gornjoj našoj tvrdnji, da nema bilja, koje u svojim cvjetovima ne bi imale prašnika ili pestića. Iz toga nuždno sliedi, da su prašnici i pestići upravo oni organi, koji su biljci neobhodno nuždni za stvaranje potomstva. S time se hoćemo sada ovdje nešto pobliže baviti.

U pestiću, znademo, da se nalaze sjemeni pupoljci. Kako kaže već samo ime, od njih postaje sjeme. Nu da se ovo može razviti iz sjemenoga pupoljka, potrebno je, da se sadržaj peluda spoji s jednim dielom njegovim. Ovo se zove o p l o d n j a. Nu da nam bude ova razumljivija, potrebno je, da što pobliže kažemo i o peludu i o sjemenom pupu.



Sl. 35. Peludna zrnca: *a)* od lopoča bieloga (Nymphaea alba); — *b)* od ljepka (Viscum album); — *c)* od velikoga kravljaka (Carlioa acaulis); — *d)* od maslačka (Taraxacum officinale); — *e)* od osjaka (Cirsium nemorale); — *f)* od „Buphthalmum grandiflorum"; — *g)* od „Hibiscus ternatus"; — *h)* od sljeza (Malva rotundifolia). — *i)* od zvonića (Campanula persicifolia. (Sve 200 puta povećano).

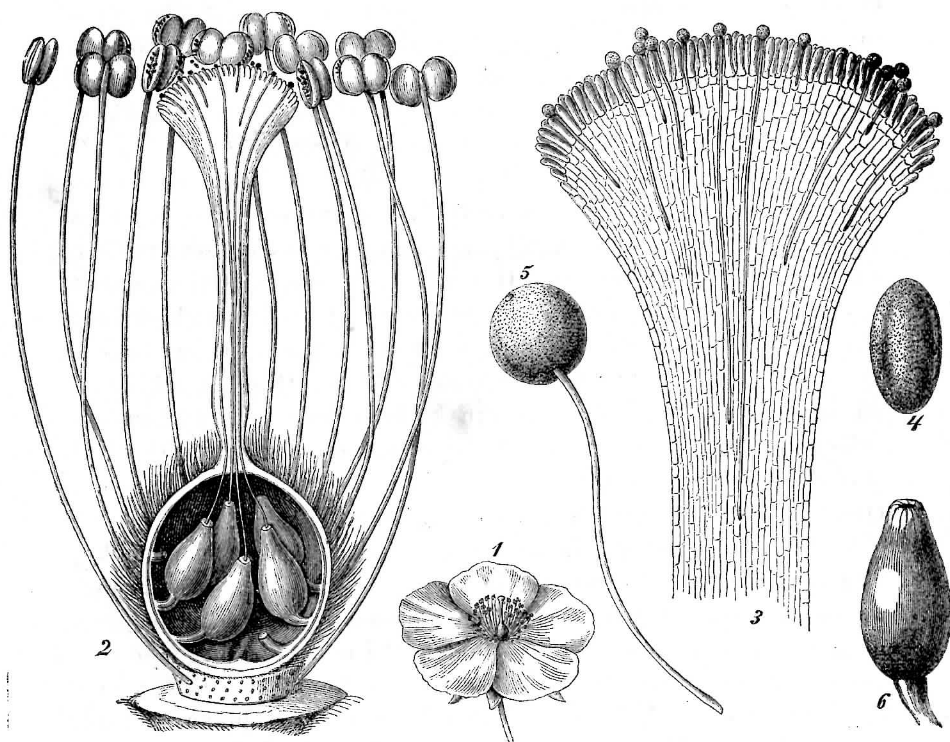
Pelud, poznati cvjetni prašak, kojim si više puta nos žuto, bielo ili crveno obojadišemo, ako ga neoprezno turimo u cviet, sastoji od samih sićušnih zrnaca. Pojedina zrnca razabiramo tek, ako ih pod sitnozorom motrimo. Potočnica ima ih tek $^{3}/_{1000}$ milimetra velike, dočim buča do blizu $^{3}/_{10}$ milimetra, tako da su od ove posljednje blizu stotinu puta veća od onih prvih. Peludna zrnca ostaloga bilja imadu veličinu izmedju ove dvie spomenute. Množina zrnaca, što ih jedan prašnik proizvadja, različita je kod raznoga bilja. U jednoj šupljinici peludnice od n o ć u r k e *(Mirabilis jalapa)* nalaze se po prilici 32 peludna zrnca, dočim ih u šupljinici peludnice od p o r e č a l j e k o v i t o g a *(Borago officinalis)* ima do šestdeset tisuća.

Oblik je peludnih zrnaca različit. Većinom su jajolika oblika, rjedje okrugla, kockasta i t. d. Na površini njihovoj vide se odebljanja poput mreže, ili poput sićušnih kvržica ili poput bodljika. Često se vide na njima i po jedna ili po više brazda. Svako je peludno zrno jedna stanica, odjenuta staničnom kožom, na kojoj vidimo onu različitu skulpturu. Stanična je kožica na nekim mjestima tanja, i to su mjesta, kuda zrno proklija. U peludu se nalazi prasluz s jednim velikim staničnim zrnom.

Na slici 36. 2. vidimo dolje prorezanu plodnicu od d e v e t e r n i k a *(Helianthemum* Sonnenröschen, *oliantemo)*. Ona je šuplja kao lopta i u njoj vidimo nekakova tjelešca poput sićušnih kruščica, s užim krajem gore okrenutim. Ovo su sjemeni pupoljci. Ovi su obično nasadjeni na držku, a sami su odjenuti ili jednom ili dvjema lupinama. Na vrhu (sl. 36. 6.) se nalazi u lupinama otvor, m a l e n a v r a t a š c a, kuda se može u nutrinu sjemenoga pupoljka. Ovaj je sagradjen od samih nježnih stanica, izmedju kojih se jedna odlikuje svojom veličinom. Izgleda ova kao mješić, u kojem se nalazi na kraju, koji je okrenut k malenim vratašcima, gola stanica t. zv. j a j n a s t a n i c a. Ova je obično okrugla i ima jednu veliku staničnu jezgru.

Kada znademo i najnuždnije o peludu i sjemenom pupoljku, možemo ići k samoj oplodnji. Ako metnemo peluda u šećernu raztopinu, to ćemo vidjeti, da će on nabubrati, i da će iz jednoga ili iz više tanjih mjesta na peludnoj kožici izrasti iz njega končić, kao što ga vidimo kod 36. 5. na slici. Ovaj je končić kao ciev, u koju po malo udje prasluz sa staničnom jezgrom iz peludnoga zrnca. Dospije li peludno zrnce na njušku pestićevu, to će se isto dogadjati. Na slici 36. kod 2. vidimo naslikan povećano srednji dio cvieta od deveternika. Okolo vidimo dvanaest prašnika s tankim i dugačkim nitima i na vrhu s debelim prašnicama, iz kojih vire peludna zrnca. U sredini vidimo iz vana dlakavu šuplju plodnicu, u kojoj su sjemeni pupoljci. Na plodnici je nasadjen tanki vrat, koji se prema vrhu razširio u njušku. Na vrhu su njezinom peludna zrnca, a iz njih rastu dugačke niti, koje prodiru kroz vrat, ulaze u plodnicu i u ulaze kroz malena vratašca u sjemeni pup. Kod 36. 3. imamo njušku s gornjim dielom vrata još jače povećanu, gdje još bolje vidimo konce, što su izrasli iz peludnih zrnaca.

Na njuški se nalazi takodjer nekaki sok, koji po svoj prilic imade u sebi šećera. Ovaj sok pomaže peludnom zrncu, da se može na njušku priliepiti, a ujedno, da može proklijati. I svakojake izrasti, što ih nalazimo na peludnoj kožici, pomažu takodjer, da se pelud bolje pričvrsti na njuški.



Sl. 36. 1. Cviet deveternika (Helianthemum). — 2. Isti cviet bez čaške i vjenčića u prierezu povećan. — 3. Njuška sa peludom, koji klica. — 4. Suhi pelud — 5. Proklijali pelud. — 6. Sjemeni pup. — 3., 4., 5. i 6. takodjer povećano.

Duljina cievi, što izraste iz peluda, različita je: što je vrat pestićev dulji, to će i ona biti dulja. U kukuruze mora provaliti i veći put od 10 centimetara, jer je ovdje njuška vrlo dugačka (to su one vlasi, što iz mladoga klasa vire napolje). Prasluz, što je iz peludnoga zrna ušla u cjevčicu, ne izpunja je podpunoma, već se nalazi uviek samo kod vrha njezinoga. Kada je cjevčica dospjela

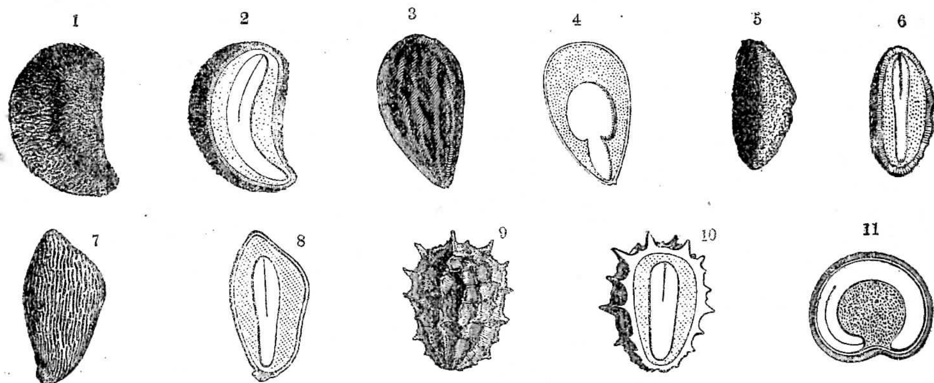
do sjemenoga pupoljka, udje u malena vratašca, prodre u nj i dospije do jajne stanice. Jezgra s nešto prasluzi iz cievi peludne prodre do jajne stanice i stopi se s njome. J e z g r a i z p e l u d a i j e z g r a i z j a j n e s t a n i c e s t o p e s e u j e d n u j e z g r u i t i m e j e o p l o d n j a o b a v l j e n a.

Jezgru iz peluda zovu mužkom, a iz jajne stanice ženskom, i prema tomu prašnike mužkim razplodnim organom, a pestić ženskim. Gdje se god u životinjskom i biljnom carstvu zbiva oplodnja, svagdje sastoji ova u tom, da se ovako dvie različite jezgre (mužka i ženska) stapaju.

Samo ako se spoji mužka jezgra iz peluda s jajnom stanicom iz sjemenoga pupoljka, razvijat će se ovaj dalje, a isto tako i pestić. Ne oplodi li se jajna stanica, to se pestić obično ne će dalje razvijati, a pogotovo ne će se razvijati u njemu sjemeni pupoljci, već će poslije nekoga vremena uvenuti i napokon odpasti. Oplodi li se, to će obično vjenčić, a često i čaška odmah odpasti, jer ih cviet više ne treba. Ne oplodi li se, ostat će ovi dielovi nešto dulje na cvietu, kao da se ovaj nada, da bi se još kojom srećom mogao oploditi. U oplodjenom sjemenom pupoljku razvit će se iz jajne stanice zametak, na kom možemo obično razlikovati mali korienak, kratku stabljičicu i jedan ili dva debela lista, koje zovu rubkama. Sam sjemeni pupoljak povećavajući se postaje sjemenom. U graha n. pr. izpunjeno je sjeme samim velikim zametkom. Uzmemo li u ruke grahovo zrno, vidjet ćemo na njem nekakvu pjegu, kao oko. Ovo je mjesto, na kojem je sjeme bilo priraslo uz plodnicu, i kuda je tekla hrana sjemenu iz plodnice. Iz vana vidimo na grahovu zrnu lupinu, koju lako možemo skinuti s njega. Ova lupina potječe od onoga ovojka, što je sjemeni pupoljak omatao. Skinemo li dakle ovu lupinu, preostat će najveći dio sjemenke, preostat će sam zametak. Na ovom ćemo vidjeti dva debela lista, dvie supke, koje su na jednom mjestu spojene i na ovom ćemo vidjeti sasma maleni korienak i kratku stabljičicu, na vrhu koje se vide tragovi od prvoga pravoga lišća. U supkama se nalazi u znatnoj množini skroba i bjelančaste neke tvari, što je sve spremljeno kao hrana u pričuvi. Kada proklija sjemenka, ne može još sam zametak stvarati hrane za sebe, i zato mu je ona u pričuvi. Dok on ne ojača, hrani se od nje. U drugoga bilja zauzimlje zametak maleni dio sjemenke, kao što to vidimo na sjemenju na slici 37. naslikanom. Ovdje je veći dio sjemenke izpunjen osobitom staničevinom, koja u sebi

imade raznih hranivih tvari kao skroba, ulja i bjelankovina. U toj je staničevini uklopljen mladi zametak. Ova staničevina ima služiti za hranu mladoj klici, dok sama ne ojača, kao n. pr. što služi žumanjak u ptičjem jajetu, i baš radi toga možemo ga i mi nazvati sjemenim žumanjkom *(endosperm)*.

Još nam valja nešto o oplodnji spomenuti. Našlo se, da nije svejedno, da li se oplodi sjemeni pupoljak s peludom istoga cvieta ili iste biljke, ili s peludom od druge biljke iste vrste. U prvom slučaju često se ni ne oplodi sjemeni pupoljak, ili ako se i oplodi, to su sjemenke slabije od onih, što su postale oplodnjom tudjega peluda. Ako se i oplodi vlastitim peludom, to su biljke neznatne,



Sl. 37. Različite sjemenke: 1. i 2. Od rutvice (Ruta graveolens. — 3. i 4. Od zečje soce (Oxalis acesosella). — 5. i 6. Od krikice (Anagallis phoenicea). — 7. i 8. Od planičca (Arbutus unedo). — 9. i 10. Od zievalice (Antirrhinum majus). — 11. Od keımesa (Phyttollacca decandra). — 1., 3., 5., 7. i 9. čitave sjemenke, a ostalo u prierezu.

ne odolievaju lako vanjskim nepogodama i lako podlegnu borbi za obstanak. Nasuprot su biljke, što su postale oplodnjom tudjega peluda iste vrste, mnogo bujnije i lako odolievaju zlim uplivima vremena. Prvi je bio glasoviti Karlo Darwin, koji je upozorio na taj pojav. Nu nije tako samo kod bilja. Poznato je, da zakon prieči ženitbu medju blizom rodbinom, jer se pokazalo, da su djeca, koja iz takovoga braka potječu, slaba i često nakazna. Osobito biva to, ako se u više generacija opetuje takova ženitba. Englezkim gojiteljima domaćih životinja dobro je poznato, da se rasa pogorša,

ako se pare životinje, koje su u uzkom rodbinstvu, dočim se nasuprot poboljša, ako se križa kojom drugom srodne rase.

Darwin je našao ovaj zakon, koji vriedi za sav organski sviet. Nuždu ovakvoga križanja možemo shvatiti po ovom razlaganju. Obće je poznato, da mlado baštini svojstva od svojih roditelja: i od majke i od otca. Uzmimo, da imademo dvie biljke iste vrste, koje živu na različitim mjestima. Na svakom će mjestu biti biljka drugim uplivima izvržena, ona će imati odolievati raznim nepogodam. Koja će moći odolievati lako vanjskim nepogodama, moći će dakako i cvasti i potomstva dobiti. Svaka će biljka od svojstava, što ih je tiekom svoga života stekla, neka moći prenieti i na potomstvo, komu će ona dobro doći u borbi za obstanak. Spoje li se onakve dvie biljke, što su rasle pod različitim okolnostima, oplodnjom u novi individ, to će ovaj baštiniti dvie različite vrste svojstva, i po tom će mu biti mnogo laglje u potlašnjem životu, no što bi mu bilo, kada bi baštinio svojstva samo od jednoga. Iz toga se vidi, od kakve je važnosti križanje u organskom svietu i po tom i u biljnom. Nu valja nam ovdje pripomenuti, da se ipak u prirodi kadkada dogadja, da se biljka svojim vlastitim peludom oplodjuje i to u onakim slučajima, gdje je križanje bilo zapriečeno. Na taj se način stvara takodjer potomstvo, nu ovo ipak ne može konkurovati s onim, što je postalo križanjem.

Pošto znademo, da je za valjano potomstvo od potrebe križanje, valja nam odgovoriti na pitanje, kako se prenaša pelud s jedne biljke na drugu? Danas se znade, da u jednim biljkama prenaša vjetar pelud, te ih zovemo vjetrovoljnim biljkama *(anemofile)*, a u drugih životinje ponajčešće kukci i radi toga ih zovu kukcovoljnima i pticovoljnima *(zoidiofile, entomofile* ili *ornitofile)*. Već je prošloga stoljeća Niemac Sprengel proučavao oprašivanje cvieća pomoću kukaca, ali kako je u ono doba bio drugi smjer u nauci, brzo se zaboravilo na njegova iztraživanja. Istom u ovom stoljeću, u drugoj njegovoj polovici, prezaslužni Darwin, kojega je obsežni duh dospio gotovo na svakom polju prirodnih nauka novoga što odkriti, upozorio je na vrlo zanimive ustroje u oprašivanju cvieća kukcima. Doduše već je nešto o oprašivanju pomoću kukaca govoreno u prijašnjim svezcima ovoga djela, ali budući da je samo na malo primjera spomenuto, to ćemo ovdje ipak još šta iz tih vrlo zanimljivih pojava napomenuti.

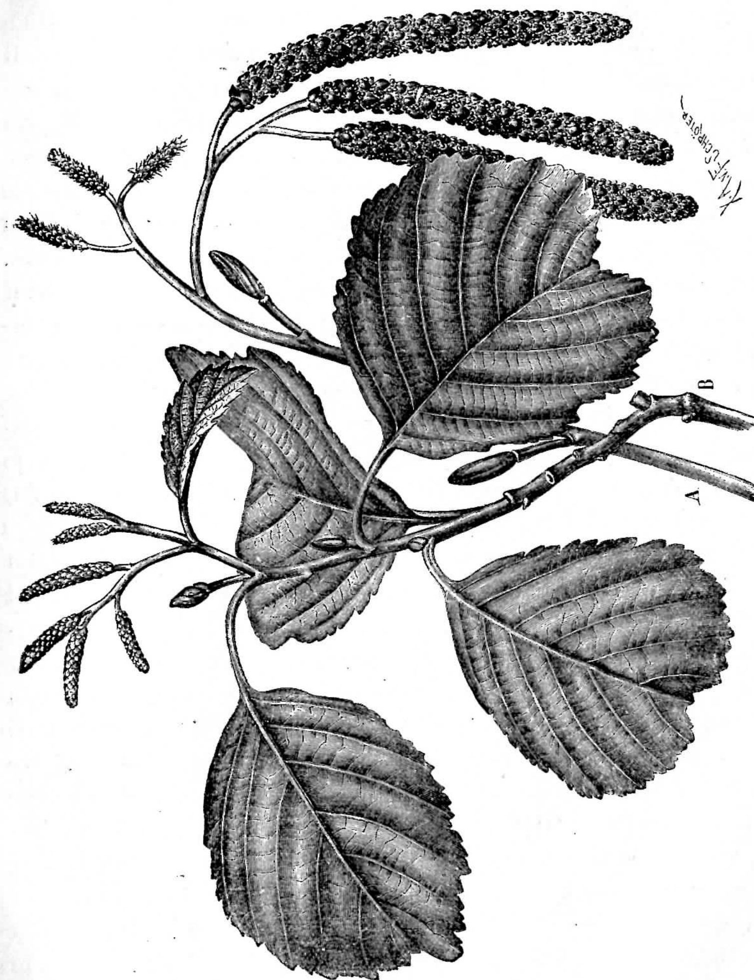
III.

Oprašivanje pomoću vjetra. — Naše se drveće šumsko oplodjuje večinom pomoću vjetra. — Vallisneria spiralis.

Nije baš težko prepoznati cvieće, što se pomoću vjetra oprašuje, t. j. kojemu pelud na njušku prenaša vjetar. Sve su to neugledni cvjetovi, obično zelene boje, bez mirisa osobitoga i bez meda. Ne trebaju oni svega toga, jer ne trebaju kukaca primamljivati, da im ovi prenašaju pelud. Tu je ulogu uzeo zrak. Pelud je kod vjetrovoljnih biljaka suh poput brašna ili praha, radi česa lako se može razpršiti u zraku a najlaglji ga vjetrić može lako ponieti do njegovoga cilja. Da bude vjerojatnost što veća, da će pelud prispjeti na svoje mjesto t. j. na njušku druge koje biljke iste vrste, treba da ga bude što više. Potresemo li rano u proljeće ljeskovim grmom, vidjet ćemo kako se digao iz njega čitav oblak žutoga praška. Kada u proljeće počnu jelove ili borove šume prašiti, dižu se ogromni oblaci peluda, koje znade vjetar daleko odnieti. Padne li tada kiša, to će ova i pelud oprati, a voda će biti žuta, kao da je u njoj sumpora, što je dalo uzrok bajkama o sumpornoj kiši.

Iz ovoga već vidimo, da nije svaki vjetar baš zgodan za prienos peluda. Vjetar s kišom poguban je po pelud. Metnemo li peluda ma od koje god biljke u vodu, to će on nabubrati i domala razpući se i tako poginuti. S toga je i vlažan vjetar ili vjetar uz kišu štetan i ne valja za prenašanje peluda. Naši seljaci znadu dobro, da je za cvatnje žita pogubna kiša kao i magla, ma da i ne znaju, da je tomu uzrok, što od vlage strada pelud. I suh, jak vjetar, kao što je jaka bura, ne valja za oprašivanje, jer on predaleko i prenaglo odnese pelud. Najbolji je tihi, topli vjetrić, kakvi nastaje u proljeće i ljeti rano u jutru i koji polagano piri livadama i dolinama. Osobito je zgodan vjetrić, koji se od tla lagano uzdiže, jer odnaša pelud do viših cvjetova. Većina našega šumskoga drveća oplodjuje se pomoću vjetra i imadu cvjetove ili dvodome kao n. pr. t i s a *(Taxus baccata,* Eibe, *tasso)* i razne topole *(Populus),* ili su jednodome kao na pr. jela, omorika, bor, breza, joha (sl. 39.), lieska, grab, hrast, bukva, kesten, briest i t. d. Jedino jednodomno drveće imadu pestićke cvjetove na vrhu stablja, a prašničke niže kao na pr. jela, kod koje vidimo češere uzpravne samo

na vrhu, koji su ženski cvjetovi, a prašničke cvjetove vidimo kao malene crvene mace niže. Drugo opet imade u blizini i prašničke i pestićke cvjetove, kod većine spomenutoga drveća u rese ili mace

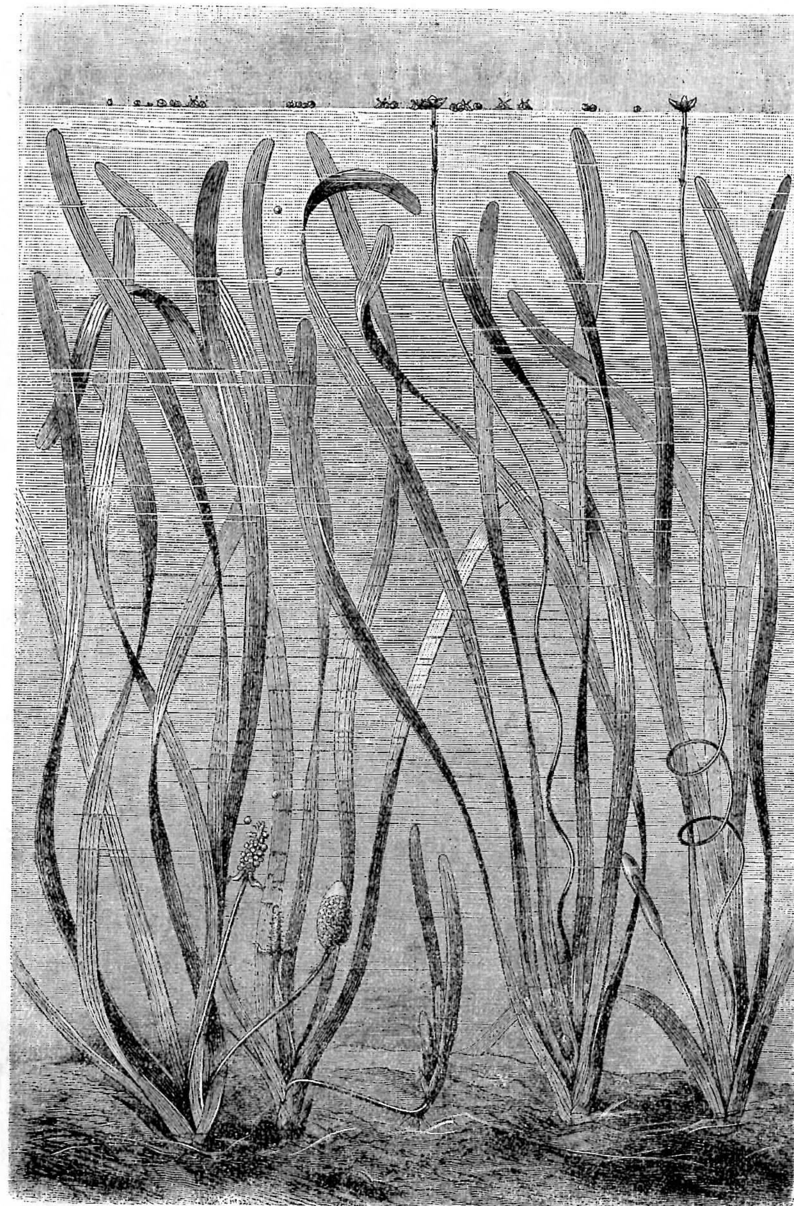


Sl. 38. Joha (Alnus glutinosa): A. Grančica sa razcvatenim resama, lišće još nije razvijeno. — B. Grančica s razvijenim lišćem i s resama, koje će se sliedeće godine razcvasti.

složene, ali su i ovdje pestićki cvjetovi uzpravni, dočim prašnički obično vise (sl. 38). U svim ovakim slučajevima vjetrić, što se sa tla uzdiže, diže sobom pelud do viših pestića, koje na taj način

opraši. Pelud, što se uzdignuo još više od drveća, pasti će opet dolje, čim se vjetar umiri, i tako može opet dospjeti na uzpravljene njuške.

Na druge potankosti kod oprašivanja vjetrom ne možemo radi prostora ovdje dalje ići. Nu spomenut ćemo još jedan osobiti način oprašivanja pomoću vjetra, što ga nalazimo kod vodene biljke uvijuše ili valisnerke (sl. 39. *Vallisneria spiralis),* koja je radi toga upravo došla na glas. Ova zanimljiva biljka raste u vodama stajaćicama južne Evrope, a kod nas je ima u Lonjskom polju. Na 39. slici je imamo u naravnoj veličini naslikanu. Čitava je potopljena. Kratka je stabljika pričvršćena korienima u glibu, a iz nje su izrasli dugački kao vrpca listovi. Biljke su dvodome; na jednim ćemo naći samo prašničke cvietove, a na drugim samo pestićke. Ovi se razvijaju iz stabljike medju lišćem. Pupoljci ovih omotani su sa dva lista, koji izgledaju kao pol jajetove lupine i čine duguljasti mjehur. Na ženskoj biljci imade u takom mjehuru samo jedan cviet. Taj sastoji od valjkaste plodnice, koja imade na vrhu njušku od triju krpa, a izpod njih tri lista od cvietnoga ovojka. Čim se ovaj cviet dovoljno razvio, produlji se stapka, na kojoj je nasadjen, tako, da on dospije na površinu vode. Ovdje se razcvate, ovojak se razklopi i tri krpe od njuške. Nešto je drugojačije s prašničkim cvjetovima. I ovi su uklopljeni u mjehur, ali se u svakom nalazi mnogo prašničkih cvjetova. Svaki od ovih imade ovojak od tri lista i unutra dva prašnika. Kada dozriju ovi cvjetovi, ne poraste njihova stapka kao u ženskih cvjetova, već ostaje izpod vode. Mjesto toga odkinu se pojedini cvjetovi, pošto se mjehur razklopio i uzdignu se kao zračni mjehurići u vodi. U ovakom cvietu listovi ovojka zatvoraju u sebi prašnike, dok se nalaze pod vodom. Nu čim dospiju na površinu vode, raztvore se, a medju njima vise osovno dva prašnika. Ovi sada plivaju na listovima ovojka kao na adji. Vjetrić ih nosi po površini vode, dok god ne zapnu o koji predmet, što pliva ua vodi. Tako se lako dogodi, da dospiju i do kojega ženskoga cvieta, kojemu njuške vire iz vode. Prašnici su upravo tako visoki, kako je i njuška nad vodom visoka. Dotakne li se prašnik njuške, to će se nešto peluda priliepiti na nju i ona će biti oprašena. Čim se to zbude, zaklapaju se tri krpe njuškine, stapka se ženskoga cvieta savije kao spirala i radi toga dospije cviet opet na dno vode, gdje ostane, dok ne zazori posvema.



Sl. 39. Valisnerka.

IV.

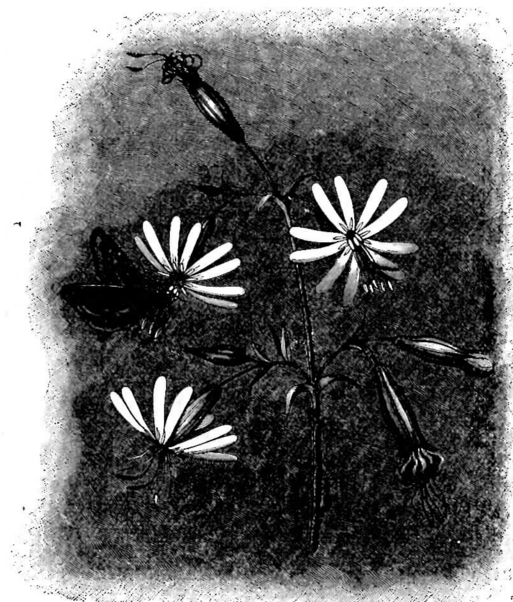
Oprašivanje cvieća pomoću kukaca, koji svoja jaja legu u cvjetne dielove: kod silenke, juke i smokve. — Oprašivanje kukcima, koji traže zakloništa u cvieću: kod kozlaca i vučje jabuke.

Mnogo je veći broj cvjetnoga bilja, kod kojega životinje preuzeše ulogu prenašanja peluda s jednoga cvieta na drugi. Motrimo li za liepoga ljetnoga dana livadu, pokrivenu plaštem šarenoga cvieća, opazit ćemo na njoj bujan život: šareni lepiri i marljive pčelice oblieću od cvieta do cvieta, u svaki zabodu svoje rilce, da iz njega izsišu sladkoga soka. Na nekim ćemo cvjetovima opaziti i drugih prerazličitih šarenih gostiju, koji sada ližu med iz cvieća, sada mu žderu pelud. Krivo bi mislio, tko bi držao, da samo kukci crpe korist iz cvieća, a ovo da nema od toga nikakve koristi, već možda štetu. Kao što je kukcima potrebno cvieće, da se njihovim čestima mogu hraniti, tako je i cvieću potreban posjet kukaca. Ovi, ako i troše neke česti cvieta, i nehotice oprašuju cvjetove.

Većini su kukaca glavna hrana proizvodi cvieća, kao što lepirima, opnokrilcima, mnogim dvokrilcima i kornjašima i mnogim drugim. Da mogu što zgodnije crpsti svoju hranu, dala im je priroda ude, kojim će najzgodnije moći do nje doći, kao dugačka rilca, kojima dospiju i u najdublje cvjetove. I tielo je njihovo više ili manje prema tomu načinu udešeno. Nu kako je priroda tielo kukaca udesila za crpenje hrane iz cvieća, tako je nasuprot i samo cvieće udesila, da i ovo što veću korist može izvući. Iztraživanja Darwinova, Talijana Delhina i Niemca Hermana Müllera pokazala su neizrecivu množinu takovih priudesba cvieća prema kukcima. Bez sumnje su to najzanimivljiviji pojavi iz života biljaka, i s toga neka bude i nama ovdje dozvoljeno, da navedemo iz obilja nekoliko najkarakterističnijih primjera, jer nam odmjereni prostor ove knjige prieči sve nabrajati.

Kukci oprašuju cvieće i proti svojoj volji. Oni pohadjaju cvieće ponajčešće, da u njemu potraže što za svoj želudac. Nu ima primjera, gdje oni posjećuju cvieće i s drugih razloga. Jedan je od tih razloga taj, da u cviet smjeste svoja jaja, iz kojih se imadu izleći njihove ličinke. Kod naših biljaka zbiva se oprašivanje na taj način kod nekih silenka *(Silene nutans, inflata)*, kod driemine *(Lyduis flos cuculi)* i sapunjače *(Saponaria officinalis)*

i drugih nekih biljka. Za primjer ćemo uzeti dosta običnu kod nas silenku klimavu *(Silene nutans)*, koju imademo i ovdje na sl. 40. naslikanu. Cviet je u nje gradjen kao po prilici u karamfila. Imade valjkastu čašku, kojoj su lapovi u ciev srasli, zatim pet latica, kojim je gornji dio duboko razciepan, deset prašnika, poredanih u dva kolobara i jedan pestić sa tri končasta vrata. Latice su na nutarnjoj strani posve biele, dočim su izvana zamazano žute, zelene ili sive, sve boje, što osobito u oči ne padaju. Cvate samo noću. Kada se prvu večer razpupa cviet, to se latice razšire (kao



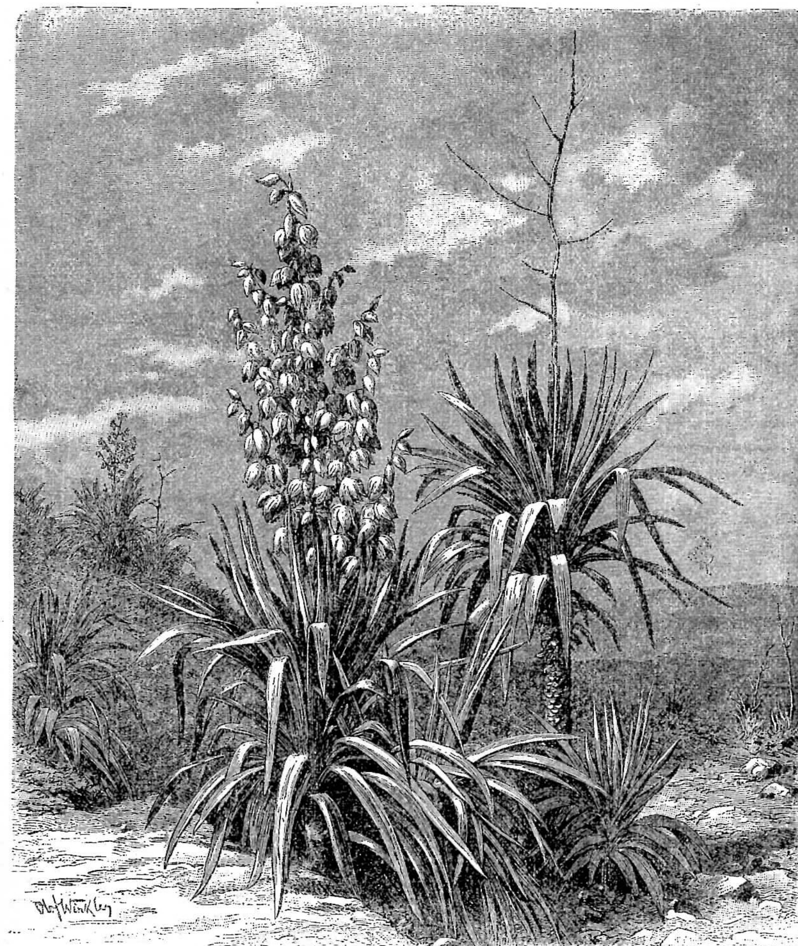
Sl. 40. Silenka klimava (Silene nutans): s lepirom „sovicom" (Dianthoecia albimacula).

što i na slici vidimo), okrenu napolje svoje biele strane, radi česa se u tmini dobro iztiču. Prve večeri izadje i pet prašnika, što je u vanjskom kolobaru smješteno, iz cvieta i iz prašnica izadje pelud. Drugih je pet prašnika još sakriveno kao i njuške u nutrini cvieta. Čim se u jutru sunce pokaže, zavinu se latice prema sredini cvieta, zgužvaju se i okrenu prema van svoju neugledno bojadisanu vanjsku stranu. To biva radi toga, da ne bi danju kukci kao nepozvani

gosti došli do cvieta, jer bi oni samo škodili. Sada naime izgleda cviet neugledan, uveo — kao da je već ocvao, što dakako ne primamljuje kukce. Uz to se onih pet prašnika, što se bilo noću razvilo, posuši i prašnice im obično odpadnu. Sliedeće se večeri opet latice kao i prijašnje večeri razšire, a isto tako i drugih pet prašnika izmili iz nutrine cvieta, i iz njezinih prašnica izadje pelud na površinu. U jutru biva opet kao i dan prije: latice se zaklope, a prašnici se posuše i odpadnu. Treće napokon noći izvire iz cvieta dugačke njuške. Za sve tri noći razvija cviet prekrasan miris, koji je kao miris od z u m b u l a *(Hyacinthus orientalis)*. Taj miris razvija cviet od 8 sati u večer do 3 u jutru, a poslije toga opet ne miriši. Ovim mirisom primamljuje razne noćne kukce, osobito lepire, koji dolaze sisati sladki sok, što se nalazi na dnu njegovom. Najobičnije dolazi jedna omanja vrst noćnih lepira t. zv. sovica *(Dianthoecia albimacula)*, koja ne dolazi samo, da siše sok iz cvieta, već najvećma, da snese svoja jaja u plodnicu cvietnu. Na zadki imade oštro svrdalce, kojim ta sovica provrta stienu od plodnice i u njezinu šupljinu snese nekoliko jaja. Uzmimo, da se nalazi na cvietu jedan ili dva dana starom, to će se ona nuždno morati svojim tielom dotaći prašnika, radi česa će na njem ostati nešto peluda. Odleti li sada na drugi cviet silenke klimave, n. pr. na cviet, koji imade upravo njuške razvijene, to će, uhvativ se se nogama za ove, od peluda, što se nalazi na njezinom tielu, dospjeti na njušku i tim će biti oprašivanje gotovo. A što biva s jajima, što ih je sovica snesla u plodnicu? Iz njih se izvale gusjenice, koje jedu sjemene pupoljke, što su u plodnici. Za biljku ne bi baš bilo od koristi, kada bi gusjenica pożderala sve pupoljke. Nu zato ih ima u plodnici vrlo mnogo, tako da ih gusjenica ne može sve pojesti. Dorastavši gusjenica izadje iz plodnice u zemlju, gdje se zakukulji.

Mnogo je čudnovatiji način oprašivanja kod američkih j u k a *(Yucca)*. Od ovih biljaka sade se nekoje radi liepoga cvieta, i što podsjećaju na paome, i u našim vrtovima i šetalištima, te će bez dvojbe mnogim od čitatelja biti poznate. Na vrhu kratke stabljike vidimo kitu vazdazelenoga lišća, koje je dugačko i uzko kao po prilici što je list u kukuruze (vidi sliku 41.). Izmedju ovoga lišća poraste visoka grana sa liepim, velikim cvjetovima, koji i svojim oblikom i svojim ustrojem vrlo nalikuju na cviet od liljana ili tulipana (sl. 42., 2.). Cviet je sunovrat i imade cvietni ovojak od

šest bielo-žućkastih listova, koji se u tmini dobro iztiču. Čitav ovojak izgleda kao zvonce. U ovojku se nalazi šest kratkih, debelih prašnika i jedna plodnica, u kojoj ima preko dvie stotine sjemenih pupoljaka. Cviet se otvora u večer i ostaje samo jednu noć otvoren.



Sl. 41. Yucca gloriosa.

Sliedeći se dan zatvori i više se ne razcvatava. U domovini je ove biljke, Americi, opažao profesor R i l e y, državni entomolog države Missouri, kako na otvorene cvjetove dolieću nekakvi lepirići, srodni

našim moljcima (vrsta *Pronuba Yuccasella;* sl. 42. 4.). Ovi moljci imadu na glavi dva dugačka pipala, na kojim se nalazi mnogo štetina, koje su prema glavi okrenute. Čim dospije moljac u otvoren jukov cviet, odmah ide na prašnike i stane spomenutim pipalima



Sl. 42. Oprašivanje juke i smokve.

sabirati zlatno-žuti pelud (vidi na slici 42. 2.). Pelud nakupi u veliku gvalicu, koja izgleda kao guša izpod vrata. Čim je tako nakupio peluda, odleti do drugoga otvorenoga cvieta, podje do plod-

nice, u nju zabuši svrdalce, što ga imade na zadki, i snese jedno jaje u šupljinu plodničinu. Kako taj posao obavi, popne se na vrh pestića (sl. 42. 2.) i na njušku metne peluda. Time je oprašila cviet a i tako se poskrbila za potomstvo. U plodnici se izleže gusjenica iz jajeta i hrani se sa sjemenim pupoljcima. Da se podpuno razvije, dosta je za nju jedno 18—20 sjemenih pupova, a biljci ostane još u plodnici do 200 njih, od kojih mogu sjemenke postati. Da moljac ne opraši pestića, propao bi cviet, a time i njegova gusjenica. U Evropi juke nemaju nikada ploda (jedino bi mogao plod nastati, ako bi čovjek oprašio umjetno cviet), jer ovdje nema onakih moljaca. I u Americi ne donašaju neke juke ploda, jer se čini, da je vrsta moljca, koji bi ih imao oplodjivati, izumrla. Ovdje vidimo dakle primjer, gdje je i životinja i biljka jedna na drugu vezana i gdje imadu jedna od druge koristi. Gusjenica moljčeva, kad odraste, zadje u zemlju i tuj se zaprede i tako ostane do sliedeće godine. Tada se zakukulji jedno dva tjedna prije, no što počne juka cvasti, i tad izadje iz zemlje gotov lepirić.

S ovim je načinom sličan i način oprašivanja smokava *(Ficus)*, koji ne zaostaje u svojoj osobitosti za onim. Da možemo razumjeti taj način oprašivanja, valja nam se sa samim ustrojem smokve upoznati. Razrežemo li smokvu uzduž, vidjet ćemo, da je ona u nutra šuplja (na slici 42. kod 10. i 11.). Stiene su te šupljine pokrivene s neuglednim cvjetovima. Po tom nije smokva cviet ili plod, već nakupina od mnogo cvjetova, kao što je n. pr. nakupina cvjetova glavica cvjetna od krasuljka ili sunčanice. Smokva je dakle osobitoga oblika grana, što je izrasla na smokovom stablu. Ta je grana odebljala, izšupljila se i u tom šupljem dielu porastoše cvjetovi. Na vrhu smokve nalazi se uzki otvor, koji je još ljuskavim listićima zatvoren, tako da je nepozvanim gostima zapriečen pristup u šupljinu. Promotrimo sada malo same cvjetove. U smokve pitome, koju zovu obično samo smokva (*ficus*), naći ćemo samo pestićke cvjetove. Ovi su (vidi na slici 42. kod 7. 13.) na kratkom držku nasadjeni, imadu nekoliko listića kao ovojak i plodnicu s dugim vratom. U samoj plodnici imade samo jedan sjemeni pupoljak. Na divljoj smokvi (*caprificus*), koju danas riedko gdje goje, i koja imade mnogo manje „smokve", nevaljale za jelo, nalaze se u ovima u gornjem dielu tik izpod otvora prašnički cvjetovi. Ovi imadu takodjer od nekoliko listića sastavljen ovojak i jedno tri prašnika (sl. 42. 12.). Donji dio šupljine pokriven je pestićkim

cvjetovima, ali takvim, iz kojih ne postaje plod ni sjeme. Ovi imadu mnogo kraći vrat, nego što ga ima pestić u pitome smokve (slika 42. 14). U ovakove promienjene pestiće ulaže malena jedna osa šiškarica, koju zovu *Blastophaga grossorum* (na slici 42. 16. [naravna veličina], 17 [povećana]) svoje jaje, a iz plodnice onda postane malena šiška. Ova šiškarica ubode u vrat od pestića svojim svrdalcem i snese u šupljinu plodnice jajašce svoje. Iz ovoga se izleže sićušna ličinka, koja izjede sjemeni pup i tada sa zakukulji. Iz kukuljice izadje napokon gotova osa (sl. 42., 15.). Mužjaci ovih osa nemaju krila, dočim ženke imaju. Pošto su ove oplodjene, nastoje što brže izaći napolje iz zatvora svoga. Kod toga moraju se provlačiti kroz prašničke cvjetove, a radi toga zapraši im se čitavo tielo peludom. Kada kroz otvor na vrhu smokve izmile napolje, plaze i polieću do drugih smokava i na istom i na drugom stablu. Tu izabiru mladje još nezrele smokve. Dodju li opet u smokvu od „caprificusa“, to će u ove promienjene plodnice snesti jaje. Dodju li u pitomu smokvu, to će i ovdje nastojati, da snesu jaje u plodnice, kod česa će je dakako oprašiti peludom, što su ga na sebi iz „caprificusa“ donieli. Nu iz jajeta, što ga u normalnu plodnicu snesu, ne bude ništa. Kod ovih je plodnica (sl. 42. 13.) vrat dulji od njihovoga svrdalca, i kako kroz vrat unašaju jaje, to ovo ne će dospjeti do šupljine plodničine. I tako će se moći razviti sjemenka iz ovih plodnica.

Već se u staro doba znalo, da ove osice prouzrokuju plodnost smokava. Zato su metali grančice „caprificusa“ na pitomu smokvu. I danas čine u Italiji gdjegdje tako. U staro su doba činili po svoj prilici i s toga, da se dobiju bolje smokve. Danas, kako znade dobro naš Primorac i Dalmatinac, nije treba toga. Smokve, što ih dobivamo, dobre su, a da se i ne upotrebljuje „caprificus“. Po svoj prilici se tiekom stoljeća odgojila rasa smokava, koja ne treba oplodnje, da bude valjana. Samo se po sebi razumieva, da ovake smokve ne mogu imati valjana sjemena, što nije od potrebe, jer se one dadu umnažati i mladicama.

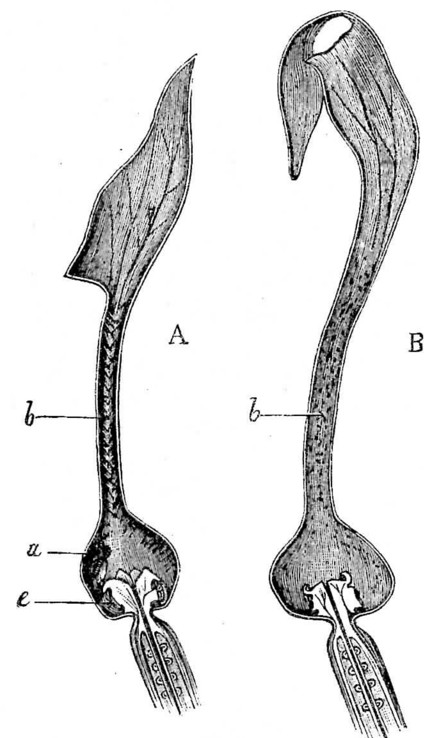
Iz ovih primjera vidimo, da se nekoje cvieće oplodjuje kukcima, koji posjećuju cvjetove, da u njima svoja jaja snesu. Mnogi kukci rado traže cvieće, da se u njemu mogu sakriti od nepogoda vremena. Čuli smo već prije, da disanjem nastaje toplina. U cvietu, koji se upravo najljepše razvija, stvara se na taj način znatna množina topline. Sitnim kukčićima dobro dolazi za hladnih dana takav prijatan krov, i zato ga oni rado traže. Nadju li uz to u cvietu

i što za svoj želudac, tada im je tim ljepše i u takovom se cvietu obično nadje veselo družtvo, kao n. pr. u velikim cvjetovima od *Magnolia grandiflora*. Iz ovakvoga cvieta može kukčić izaći, kad mu se prohtije. Nu nije tomu tako svagdje. U kozlaca *(Arum*; sl. 43.) i vučje jabuke *(Aristolochia)* mora ostati kukčić i proti svojoj volji po nekoliko dana zatvoren, dok se biljci ne prohtije pustiti ga na slobodu. Kozlac, od kojega je jedna vrsta po grmlju i šumama u Hrvatskoj vrlo obična, imade smještene jednodome cvjetove na klipu. Ovaj je klip omotan u tulac, koji je prema vrhu razširen i otvoren. Kod sredine se po prilici (vidi sliku 43.) suzuje tulac, a odozdo se opet razširuje kao bačva. Kod suženoga se diela tulca nalaze na klipu štetine, kojim su šiljci prema dolje okrenuti. Izpod toga se nalaze prašnički cvjetovi, a sasma na dnu pestićki. Vrh klipa viri iz tulca i u našega je kozlinca tamno-purpurne boje, te se time iztiče od bieloga tulca. Ovaki klipovi kozlaca vrlo neugodno zaudaraju, obično kao strvina. Različite mušice i kebrići, što se strvinom hrane, dolieću do kozlaca misleći i ovdje što naći za želudac, a drugi dolaze, da si nadju krov. Kako znademo od prije, upravo kozlaci proizvadjaju znatnu množinu topline u svojim cvjetovima. Po klipu silaze kukčići u tulac, dodju do štetina, koje su poredane kao vrša ili kao žice na ulazu u mišolovku i u nutra sasma lako udju. Ako bi se htjeli natrag vratiti, ne mogu, jer im



Sl. 43 Arum conocephalum. (Prednji je dio tulca odrezan.)

prieče one štetine, i tako su zatvoreni proti svojoj volji. Istom kada se otvore prašnice u prašničkim cvjetovima, i kada su peludom ovi pokriveni, otvore se opet vrata tamnice. Kod toga one štetine uvenu, skvrče se, a uz to se i tulac na tom mjestu malo razširi. Kada izilaze napolje kukčići, dodju u dodir s peludom, koji im se priliepi na tielo. Čim su na slobodi, ući će opet u bližnji tulac, jer su to sve same vrlo luckaste životinjice, koje brzo zaborave na zator, u kom su malo prije bile. Pestićki su cvjetovi prije zreli za oplodnju, nego što su se prašnici u istom tulcu razvili. Dospije li u tulac kukac, koji je prije bio u drugom kojem, doniet će sobom peluda, i kako je u zatvoru pravi metež, stresti će se nešto peluda na njuške i ove će tako biti oprašene.



Sl. 44. Vučja jabuka: A. B.; dva cvieta uzduž prorezana.

Slično bivaju kukci zatvoreni i kod vučje jabuke *(Aristolochia;* sl. 44.) samo što ovdje imamo posla s pojedinim cvietom. Od roda vučje jabuke imade vrlo mnogo različitih vrsta, osobito u vrućim krajevima, koje se odlikuju bizarnim oblicima svojih cvjetova. U Hrvatskoj dolaze tri vrste *(Aristolochia clematitis, pallida* i *rotunda),* koje imadu prilično jednake cvjetove. Mi ćemo uzeti za primjer najobičniju vrstu *(Aristolochia clematitis),* koja osobito često po grmlju i oranicama raste. Cviet od ove imade jednostavni cvietni ovojak žuto-zelene boje. Izgleda kao ciev, koja je na vrhu i pri dnu razširena; gornji razšireni dio izgleda kao lievak, koji se na jednu stranu produljio u jezičac, a donji kao mjehur (sl. 44. *a.*). U ovom se mjehuru nalazi kratki pestićev vrat sa tri krpaste njuške. Uz vrat

je priraslo šest prašnica. U srednjem uzkom dielu (na slici 44. *b.*) vide se dlačice, koje su sve koso pričvršćene na ovojak i to tako, da su im vrhovi prema mjehuru okrenuti. Malene mušice rado posjećuju ove cvjetove. One sjednu na jezičasti dio lievka i spuštaju se kroz uzku ciev do mjehura. Dlačice u uzkoj cievi propuštaju ih u mjehur. Ovdje vlada ugodna toplina, a nadje se što i za jelo na mekanim i sočnim stanicama, kojima je nutarnja stiena mjehura pokrivena. Nu hoće li mušice na polje, ne mogu, jer ih prieče one dlačice, koje su prema nutra okrenuti, kao i mišu, što prieče šiljci žica, što se nalaze na ulazu u mišolovku. Mušice moraju biti tako hoćeš ne ćeš u zatvoru nekoliko dana. Napokon se približio čas njihove slobode; prašnice se razpucaju, a iz njih se prospe pelud. Kako su mušice nemirni stvorovi, rvu se u zatvoru, a time se i peludom zaprljaju. Tada se posuše i skvrče one dlačice, što su do sada mušicama priečile izlaz i ove mogu slobodno izaći (sl. 44. *B. b.*). One sada rado ostavljaju zatvor, jer se i ovojak stao sušiti, a time i one mekane i sočne stanice, kojima su se one gostile. Uz to se i cviet otoboli i tako mora zatvorenik napolje. Jedva je ona došla na polje, eto je opet gdje lieće do susjednoga kojega cvieta. Ugodno boravište vuče je k sebi. Kako dodje u drugi cviet, dodje i do njuške, a nepogrješno mora i nešto peluda, što ga je na svom tielu doniela, spasti na nju i tako je oprašiti. Zatim se opetuje ona ista igra, što smo je opisali. Valja nam pripomenuti, da istom kada je njuška oprašena, da prašnice svoj pelud iztepu, tako da je upravo nemoguće, da se njuška opraši peludom vlastitoga cvieta.



V.

Med i pelud, hrana za posjetitelje cvieća. — Boja i miris cvieća. — Otvaranje i zatvaranje cvieća, cvietna ura. — Kako se cvieće brani od nepogoda vremena i od nepozvanih gosti.

U prijašnjem smo odsjeku opisali, kako se nekoje biljke oprašuju pomoću kukaca, koji posjećuje njihovo cvieće bud da u nj snesu svoja jaja, bud da u njemu nadju zaklonište. Takvi su slučaji vrlo malobrojni, ali s toga, što su vrlo zanimljivi, spomenuli smo ih. Većinu cvieća, što ga posjećuju kukci, posjećuju radi hrane, što je u njoj nalaze. Već smo kod vučje jabuke vidjeli, da je posjećuju ne samo radi udobnoga zakloništa, već i radi hrane, što

je nalaze u njezinom cvietu. Ova dakle čini na neki način prielaz k većini cvieća, koje svojim gostima pruža samo slastna jela i ništa drugo.

Kako je priroda gotovo razsipna u sredstvima, koja upotrebljuje, da postigne svoje ciljeve, to se ne ćemo čuditi, da je ona cvieće snabdjela različitom hranom za kukce i životinje. Najobičnije nalazi se sladki sok, kojemu za volju kukci i kolibrići posjećuju cvieće. Prije su običavali ovaj sok nazivati nektarom, koje ime podsjeća na hranu olimpskih bogova. Nije od potrebe, da upotrebljujemo to ime, kad imademo drugo mnogo običnije. Pčelin med nije drugo do onakvi sok, što su ga marljive pčelice sakupile po cvieću i spremile u svoje košnice.

Med sastoji najvećim dielom od šećera. Šećer je u medu gotovo uviek raztopljen, samo kadkad znade on biti u cvietu krut. U kaćunovica *(orhideja) Acrides* nalazi se šećer izlučen u cvietu kao prilično veliki ledčići. Gdje je on raztopljen, izlučuju ga pojedini dielovi cvieta, koji su različiti kod raznih vrsta bilja. Gotovo svaki organ cvieta može proizvadjati med, kao čaška, vjenčić, prašnici, pestić i sama stapka, na kojoj su svi ovi organi smješteni. Ovi pojedini dielovi obično ne mienjaju svoga oblika, ako izlučuju med, nu kadkad se sasma promiene i priudese samo izlučivanju meda. Tako na pr. u cvieta od kukurieka *(Helleborus)* nalazimo čitav vienac samih malenih lievčića, u kojima se nalazi med. Ovi su lievčići promienjene latice vjenčića, kao što se to nalazi i kod nekih drugih srodnih biljaka.

Množina meda, što ga u cvieću nalazimo, različita je. Više puta su to tako sićušne kapljice, da ih ne možemo prostim okom opažati. Drugda opet prekrivaju kao vrlo tanki sloj dotični organ cvietov, tako da ovaj izgleda, kao da je namazan. Nu obično se kapljica po kapljicu meda nakuplja u posebnim jamicama u cvietu. U jedne kaćunovice, *Coryanthes* zvane, nalaze se u cvietu dvie cievi, koje izgledaju kao rogovi. U ovim se rogovima nakuplja med u znatnoj množini i znade do 30 grama težak biti. U sobama se kod nas često goji radi krasnoga cvieta jedna vrsta kaktusa t. z. *Phyllocereus*. Kada ovaj cvate, kaplje iz njegovoga cvieta malo po malo med, od kojega se načini na podlozi, na kojoj stoji kaktus, velika svietla ljaga.

Mjesto, gdje se nalazi med, uviek je tako smješteno, da se mora kukac ili kolibrić, koji ga dolazi lizati, dotaknuti prašnika ili pestića, da na taj način ponese na sebi nešto peluda, ili da ga na pestić smjesti. Kako je to uredjeno, pokazat ćemo nešto niže na nekoliko primjera.

Poznato je, da pčela osim meda sakuplja i pelud na cvieću. Ovim hrani svoje ličinke. Imade kukaca, kojim je glavna hrana cvietni pelud. Cvieće, koje daje samo pelud za hranu svojim gostima, razvija ga u velikoj množini. Ovakvo cvieće imade mnogo prašnika, koji daju vrlo mnogo peluda, kao na pr. mak, ruža, biela loza i t. d. Ovakve biljke ne proizvadjaju meda, već jedino davaju kukcima peluda. Nu da one same ne ostanu kratkih rukava, za to stvaraju pelud u ogromnoj množini. Ako ga i unište veliku množinu nezasitni želudci kukaca, to će ga ipak nešto preostati i uhvatit će se za njihovo tielo, te ako posjete drugi cviet, dospjet će ga nešto na njušku. Zanimljivo je, kako su zgodno uredjeni cvjetovi: koji ne imaju meda, imadu u obilju peluda, a koji moraju trošiti na med štede na peludu. Cvjetovi sa medom imadu obično malo prašnika i malo peluda, jer se ne trebaju bojati, da će im ga kukci trošiti, kad imaju slastnije hrane.

Da mogu kukci i kolibrići naći ovu izabranu hranu u cvieću, treba da se ovo čime iztiče. Na dva se načina iztiče cvieće, da primami k sebi kukce i kolibriće, koji će ga oprašiti: b o j a m a i m i r i s i m a. Najprije ćemo se nešto pozabaviti samim prvim načinom.

Razumije se, da nije sve jedno kakovim se bojama iztiče cviet i da ne možemo očekivati, da će to biti zelena boja. Zeleno su bojadisane gotovo sve česti biljne, pa da je još i cviet tako bojadisan, ne bi ga mogli kukci zamietiti. Upravo obćenito pravilo vriedi, da ćemo naći u cvietu, koji se pomoću životinja oprašuje, koju drugu boju, a ne zelenu, koja stoji u većoj ili manjoj opreci sa zelenilom. Radi toga je svojstva zavolio čovjek cvieće i stao ga pitomiti.

Nu ne iztiču se sve boje jednako, već jedne jače, a druge slabije. Bielu i žutu boju možemo iz daljega zamietiti nego na pr. modru i smedju. Zanimljivo je, da i u prirodi ne nalazimo u jednakoj množini sve boje zastupane. U hrvatskoj flori odpada od svega bilja, što imade u cvietu izim zelene još i koju drugu boju, na žutu 38% na bielu 27%, na crvenu 19%, na ljubičastu 8%, na modru 7% i na smedju jedno 1%. Motrimo li mjeseca svibnja i lipnja naše livade, moći ćemo se uvjeriti, da u istinu žuta i biela boja cvieća prevladjuje, dočim tamnije modro u

manjoj mjeri dolazi. U drugim je florama radi drugih prilika i drugo razmjerje.

Nu što uza svu prednost žute, biele i crvene bòje dolaze i druge, imade takodjer svoj razlog. Motrimo li livadu samim žutim cvjetovima pokrivenu na pr. kojom vrstom žabnjaka (*Ranunculus*, Hahnenfuss, *ranuncola*) možemo opaziti, da će se na pr. koji modri ili ljubičasti cviet osobito iztaknuti, i da ćemo ga moći već iz daleka opaziti. Pa i u prirodi nalazimo uviek cvieće pomiešano tako, da ga uviek dolazi na okupu razno bojadisana. Time je i jednom i drugom pomoženo; i modro se bolje iztiče, ako dolazi u družtvu na pr. sa žutim i bielim, kao što će se i ovo iztaći uz ono. Kadkada baš radi toga dolazi jedna te ista vrsta sa cviećem različito bojadisanim. Oko Zagreba cvate rano u proljeće jedna vrsta podlieska ili šafrana (*Crocus vittatus*), od koje jedne biljke imadu ljubičasto, a druge bielo cvieće. Ljubičasta i biela boja dobro kontrastuje jedna prema drugoj, a zajedno prema smedjem tlu, iz kojega izrastoše. Ljubičasta bi se sama boja slabije izticala, da ne dolazi uz to i biela. Ima opet cvieća, koje mienja boju. Za primjer ćemo navesti vrlo običnu proljetnu biljku plućnjak (*Pulmonaria officinalis*, Lungenkraut, *polmonaria*). Kako se cviet razcvate, liepo je crven, a kad ostari, postane modar. Na jednoj te istoj biljci nalazi se cvjetova razne dobi, a radi toga i crvenih i modrih. Crvena su i modra boja ove biljke u liepom kontrastu, i lako ih možemo iz daljega zapaziti, jer se od sivo-zelenoga, bielo-pjegavoga lišća dobro iztiču. Pripomenut ćemo, da je i s drugoga razloga od važnosti po plućnjak ova dvostruka boja. Cvjetovi modri već su oprašeni, u njima nema više meda. Da pčele (osobito roda *Andrena*) ne troše badava vrieme na pohadjanje već oplodjenih cvjetova, bojadisani su ovi drugojačije od neoplodjenih. I u istinu se pazljivim opažanjem našlo, da pčele ne ulaze u modre cvjetove plućnjakove, već samo u crvene.

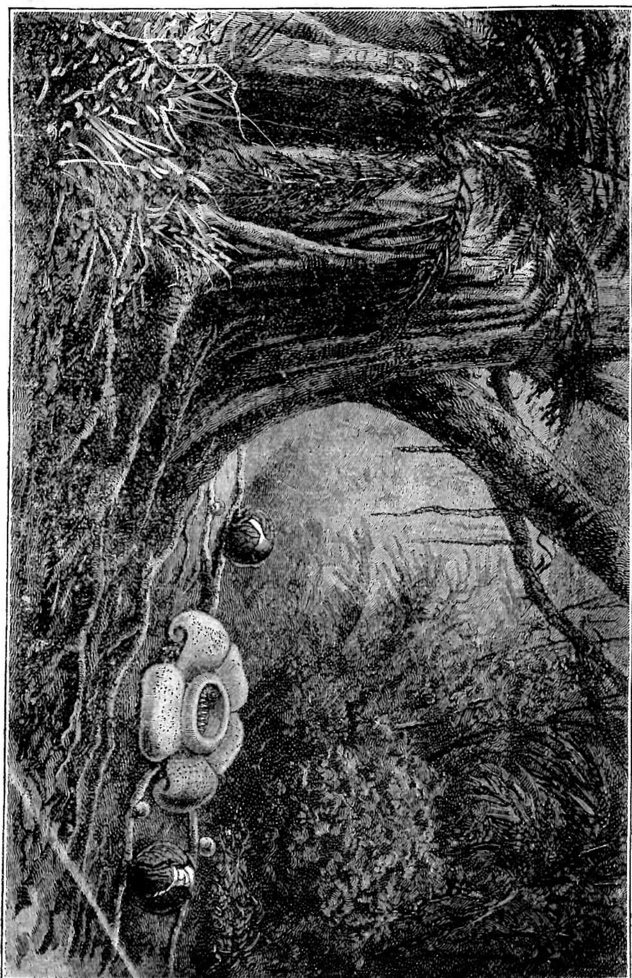
I pojedini cvjetovi pokazuju na raznim svojim čestima razne boje t. j. cvjetovi su šareni. Obično su boje na ovakvom šarenom cvietu u kontrastu, što cviet čini vidljivijim. U divljega maka ili turčinaka (*Papaver Rhoeas*, Klatschmohn, *papavero*) vidimo na dnu kao karmin crvenih latica po jednu veliku crnu pjegu. U mnogom cvieću nalazimo pruge, koje su razno bojadisane, i koje vode do mjesta gdje se nalazi med. To su pravi putokazi za kukce, koji im kažu, kuda imadu tražiti slastnoga nektara, jer je ovaj više puta sakriven u posebnim jamicama. Ovakve crtice i prugice vode uviek točno do meda, a kukci znadu to zgodno upotrebiti.

Ako se pitamo, koji su dielovi bojadisani, dobit ćemo odgovor, da mogu biti gotovo svi organi cvjetni. Kod bilja, koje imade jednostavni cvjetni ovojak, kao n. pr. u liljana, tulipana, zumbula i t. d., bojadisani su svi njegovi dielovi. Kod drugoga je bilja ponajčešće vjenčić bojadisan, a uz njega mogu biti i prašnici i pestići razno bojadisani. U vrbe n. pr. prašnice su crveno ili žuto bojadisane, i kako vrbov cviet nema nikakvoga ovojka, to su jedino prašnici, koji iztiču cviet.

Cviet će se to bolje izticati i to će se bolje iz daljine opažati, što će biti veći. Kako se čini taj princip jednostavan, to ćemo očekivati, da će biti mnogo velikoga cvieća. Nu u istinu nije tomu tako, jer je jedva tisući dio vrsta biljnih, koje imaju cviet veći od jednoga decimetra. Najveći su cvjetovi raflezija, što rastu kao nametnice na drugom bilju vrućih krajeva (vidi sliku 45.). Godine 1878. našao je Arnold vrstu ovih raflezija na otoku Sumatri uz rieku Manua, koja je dobila ime njemu na čast *Rafflesia Arnoldi*. Najveći je to cviet na svietu. Raste kao nametnica na lozi zvanoj *cissus*, koja plazi po zemlji i po drveću. U promjeru mjeri taj cviet jedan metar. Imade jednostavni ovojak od pet mesnatih, debelih listova, koji su crvenkaste boje kao meso. Cviet zaudara po strvini i njegov odkrilac Arnold našao je na njemu čitavo jato muha. Pupoljci cvietni izgledaju kao kupusova glavica. Druga vrsta, *Rafflesia Schadenbergiana*, dolazi na otoku Mindanao i mjeri u promjeru 30 cm., dočim važe kakvih 11 kgr. Na slici 45. naslikana vrsta, *Rafflesia Patma*, raste na Javi, a ima cviet u promjeru 50 cm. Svim ovim vrstama zaudaraju cvjetovi po strvini, a boja im je crvenkasta, višeputa i pjegava kao u trula mesa. Ovo cvieće posjećuju muhe i one ga po svoj prilici oprašuju. Iza raflezija dolazi u veličini cviet od kaćuna, *Paphiopedilium caudatum*, koji mjeri do 70 cm. Cvjetovi nekih vrsta vučje jabuke iz Zapadne Indije i Brazilije mjere u duljinu do 33 cm. (*Aristolochia grandiflora*) i pripovieda se, da znadu djeca tamošnja ove cvjetove u igri na glavu metati kao kakve kape. Nijedno drvo nema većega cvieta od himalajske *Magnolia Campbellii*, kojoj prekrasni crveni cvjetovi mjere do 26 cm. Od lopoči imade najveće cvjetove *Nelumbo speciosum* i australska *Nymphaea gigantaea*, koji mjere do 25 cm. u promjeru. Idemo li k manjim cvjetovima, to ćemo ih sve više i više nalaziti, napokon ćemo

doći i do naših najvećih, kao što su cvjetovi buče, božura, maka i t. d.

I sitni cvjetovi mogu biti već iz daljine dobro vidljivi, ako ih je mnogo na okupu. Taj princip nalazimo mnogo češće u prirodi



Sl. 45. Rafflesia Patma.

oživotvoren, nego onaj prijašnji. Sitni se cvjetići sakupljaju u glavice, štitove, grozdove i kitice. Uzmimo cviet od b a z g e, to ga pojedinoga ne ćemo ni na tamnom dnu moći u daljini od 10 koraka razabrati. Ali iz kakve daljine možemo ove cvjetove opaziti, kada su oni sakupljeni u velike kite, kojih se biela boja vrlo dobro

iztiče od tamnozelenoga lišća! Najveća biljna obitelj g l a v o č i k a *(Compositae)* imade sićušne cvjetove sakupljene u glavice. Žute cvjetiće od s u n c o k r e t a *(Helianthus)* možemo pojedince tek iz najbliže blizine opaziti, ali kada su nakupljeni u velike koturaste glavice, pa kad ih sunce razsvietli, možemo ih iz veće udaljenosti od sto koraka dobro razabrati. Tako je isto i kod drugih mnogobrojnih vrsta ove obitelji, kao n. p. kod obične t r a t i n č i c e ili k r a s u l j k a *(Bellis perennis*, Gänseblümchen, *margherittina)* v o l u j s k o g a o k a *(Chrysanthemum leucanthemum*, Wucherblume, *bambagelle)* r a z l i č k a *(Centaurea cyanus)*, Kornblume, *battisegola* i mnogih drugih. U glavočika često su na rubu cvjetovi drugoga oblika nego oni u sredini. Ovi se višeputa produlje kao jezik, tako da čitava glavica izgleda kao jedan cviet. Uz to su cvjetovi na rubu drugojačije bojadisani nego cvjetovi u sredinu, kao n. pr. u krasuljka, gdje su cvjetovi na rubu bieli, a cvjetovi u sredini žuti. Svim tim postaju glavice uglednije i bolje se vide iz daljine.

Zoologima je poznato, da životinje, osobito one, što posjećuju cvieće, imadu vrlo dobro razvijeno oko za razlikovanje boja. Znade se takodjer, da one vole jedne boje od drugih. Obična pčela medarica najvoli modru boju i najradije posjećuje takovo cvieće. U manjoj mjeri voli druge boje, nu najmanje skrletno-crvene. Na cvieće, koje je crveno kao skrlet, ni ne obazire se. Da li ona tu boju ne voli, kao što n. pr. bik i puran, ili joj u oku manjka živac, kojim bi tu boju mogla oćutiti, ne zna se. Drugi opet kukci posjećuju dosta rado cvieće skrletno, ali od njih radije kolibrići. Za čudo je, kako u domovini kolibrića u Americi imade mnogo skrletnoga cvieća, dok ga u Evropi i Aziji imade vrlo malo. Tko prvi put posjeti američke prašume, iznenadi ga velika množina penjačica i nametnica biljaka, koje imadu žarko crveno cvieće. Osobito rado ovako cvieće posjećuju kolibrići i lebdeći pred njima sišu med i pobiru kukčiće, što ih imade u njima.

Cvieće, što noću cvate, slabo će se pomoći crvenom ili modrom bojom. U ovakvoga je bilja cviet obično bielo ili bliedo-žuto bojadisan, jer se ove boje najbolje i u mraku razabiraju, kao n. p. u k o z j e k r v i *(Lonicera caprifolium*, Geisblatt, *caprifoglio)* o b i č n e p u p a l j k e *(Oenothera biennis)*, k u ž n j a k a *(Datura stramonium*, Stechapfel, *pomo spinoso)* spomenute već s i l e n k e *(Silene nutans)* i nekih k a k t u s a *(Cereus nycticalus)* i dr.

Drugo je mamilo, kojim cvieće životinje sebi mami, miris, što iz raznih dielova njegovih izilazi, najčešće iz latica. Vrlo su to razni mirisi, kako je svakomu ljubitelju cvieća dobro poznato. Nemamo onakve razdiobe za mirise, kao što je imamo za boje, i s toga običavamo nazivati mirise po različitim predmetima, koji ih daju, tako n. pr. kažemo miris po medu, po ljubicama, po strvini itd.

Da u istinu mirisi privlače kukce k cvieću, možemo se uvjeriti, ako motrimo n. pr. ljubice (*Viola odorata*) i maćuhice (*Viola tricolor*), što su na istoj gredici u vrtu jedne polag drugih posadjene. Obje ove biljke imadu liepo bojadisane cvjetove, ali ljubica imade divan miris, dočim maćuhica ne miriši. Vidjet ćemo, kako će osobito pčele više posjećivati ljubice no maćuhice, jer ih k onima miris vuče. Muhe i kebri strvinari posjećuju osobito rado cvjetove, što zaudaraju po pogani, kao n. pr. od bieloga gloga (*Crataegus oxyacantha*), po strvini (*Stapelia* i prije spomenute *Rafflesije*), po gnjiloj mokrači kao n. pr. kozlac (*Arum*) i po ostalim gnjilim tvarima. Ovakve gadno zaudarajuće cvjetove izbjegavaju drugi kukci, kao pčele i lepiri. Ovi osobito vole miris meda i druge ugodne mirise

Kako moraju imati kukci dobar njuh, vidi se iz ova dva primjera, što ih navadja znameniti bečki botaničar Kerner. Prije nekoliko su godina zasadili u botaničkom vrtu bečkom *Dracunculus Creticus*, biljku vrlo srodnu i sličnu našem kozlacu (*Arum maculatum*). U udaljenosti od više stotina koračaja nije bilo nigdje kakvoga gnojišta ili u obće kakve lešine, a niti je bilo traga od muha i kebara, što od strvine živu. Nu čim se je biljka razcvala, doletješe u velikoj množini sa svih strana muhe i kebri strvinari na biljku. Smrad, što je izilazio iz cvieća bilјčinoga, mogao je čovjek tek u blizini od par metara oćutiti, dočim su ga kukci morali već iz udaljenosti od više stotina metara nanjušiti. U istom je vrtu zasadjen na jednom mjestu bus kozje krvi (*Lonicera caprifolium*), koji ljeti posjećuju večernji lepiri slakovi ljiljci (*Sphinx Convolvuli*). Kada se lepir zasiti meda iz cvieta kozje krvi i kada posve zamrači, sjedne gdjegod u blizinu na suhu koru okolnih stabala ili na odpalo suho lišće. Kerner je jednom uzeo oprezno koru, na kojoj je sjedio takvi lepir, zabilježio ga na krilima crvenom bojom i odnio na drugo mjesto vrta, koje je bilo od busa kakovih 300 koraka udaljeno. Kada je zamračilo, stane lepir svojim ticalima micati, jer mu ona služe za njušenje, spruži krila i poleti kao striela na onu stranu vrta, gdje se nalazio bus kozje krvi. Odmah zatim našao je Kerner obilježenoga ljiljka na kozjoj krvi, kako siše med iz njezinoga cvieća. Ovaj je dakle lepir nanjušio kozju krv iz daljine od tri stotine koraka.

Vriedno je spomenuti zanimljivi pojav, da cvieće samo onda miriši, kada kukci, koji cvieće oprašuju, oblieću. Tako n. p. kozja krv (*Lonicera*), petunije, liepi kaćun gorov cviet (*Platanthera bifolia*) mirišu samo u večer, kada oblieću večerni lepiri, koji ih jedini radi ustrojstva svoga rila mogu zgodno oploditi. Druge opet biljke, koje se oprašuju pomoću danjih kukaca, razvijaju svoj miris samo danju, kao n. pr. žuka metlasta (*Spartium scoparium*), koja samo danju, dok sunce sja, miriše po bagreni.

Dok je još cviet nerazvijen, dok je još pupoljak, zatvaraju listići čaškini i vjenčićevi prašnike i pestiće i time ih štite od nepogoda vremena. Kada su prašnici i pestići sazorili, valja ih pristupačnim učiniti za životinje, da ih mogu ovi oprašiti. Kada se to zbude, mi kažemo, da se cviet razpupao ili razcvao. Kod toga se lapovi i latice ili listići cvietnoga ovojka svojim krajevima razklope i tako su vrata u nutrinu cvietovu širom otvorena za dobrodošle goste. Cviet mami mirisom i svojom bojom krilate stvorove k sebi, da im ovi pomognu k glavnom njihovom cilju, naime oplodnji. Šarena svojta kukaca i u vrućim krajevima malene ptičice preuzimlju rado na sebe ulogu „postillon d' amour“, jer znadu, da će dobiti bogatu odštetu za tu svoju uslugu.

Cviet se dosta brzo razcvatava i više puta možemo u kratko vrieme motriti sve faze kod otvaranja. Liepo je motriti razpupavanje cvieta makova (*Papaver somniferum*). On se razcvatava ljeti u jutru oko pet ili šest sati, kada već počne ljetno sunce upirati svoje žarke zrake. Pupoljci su makovi otoboljeni. Kada se hoće razpupati, stane se polagano uzpravljati. Uz to dva lapa čaškina, koji zamataju cviet, kao dvie lupine, što zamataju jezgru orahovu, počnu na vrhu pucati, a iz pukotine proviruju zgužvane i svrstane latice. Pukotina se medju lapovima sve više širi, dok se napokon posve ne razširi, a lapovi spadnu. Sada se stanu sve više latice razmatati, dok se napokon posve ne razmotaju i okrenu svoju nutarnju crvenu, ljubičastu ili bielu površinu sunčanim trakovima. Sav se taj proces zbiva za kakova četvrt sata. Mnogo se brže razpupa cviet od kozje krvi (*Lonicera Caprifolium*). Ona otvori svoj vjenčić i izpruži prašnike za jedno dvie minute. Prekrasni tropski

kaćun (*Stanhopea tigrina*), koji radi prekrasnoga velikoga cvieća često goje u toplim staklenicima, treba tri minute, da raztvori svoj cviet, a kod toga se čuje osobito pucketanje, slično onome, što ga čujemo, kada laticu ružinu smotamo kao mjehurić i njom udarimo o čelo.

Razni cvjetovi ostaju različito dugo otvoreni ili da se jednostavnije izrazimo, oni razno dugo cvatu. Cvjetovi sa mnogo prašnika cvatu kraće vrieme od onih, što ih imadu malo. Tako imade sliezolika mjehurasta *(Hibiscus Trionum)* samo 3 sata otvoren cviet, tučak povaljeni (*Portulaca oleracea*) 5 sati, rosika dugolista (*Drosera longifolia*) 5 sati, kaktus *Cereus nycticalus* 5 sati, cecelj osovni (*Oxalis stricta*) 7 sati, čapljika goličasta (*Erodium cicutarium*) 8 sati, slak trobojni (*Convolvulus tricolor*) 10 sati i t. d. Nasuprot kaćuni, koji obično imadu samo jedan prašnik, imadu najdulje otvorene cvjetove, tako n. pr. *Cattleya labiata* i *Vanela coerulea* po 30 dana, *Cypripedium insigne* 40 dana, *Epidendrum Lindleyanum* i *Phalaenopsis grandiflora* 50 dana, *Odonloglossum Rossii* i 80 dana. Baš radi toga svojstva, što kaćuni tako dugo imadu svoje prekrasne cvjetove otvorene, zauzeše kod ljubitelja cvieća prvo mjesto.

Uzrok je ovomu nejednakom trajanju cvatnje, kako spomenusmo, razni broj prašnika. Biljke s mnogo prašnika prije će se moći oprašiti, nego li one, što ih imadu malo i svakako je vjerojatnost za one veća od ovih.

Cvjetovi, koji traju po više dana, zatvaraju se u stanovito doba i opet otvaraju. Već je Linné prošloga stoljeća opazio taj pojav. Na temelju višegodišnjega opažanja načinio je t. z. cvjetni sat. On je poredao bilje u pojedine grupe, po satovima, u koje koja otvori ili zatvori cviet. Pomislimo cvieće u vrtu zasadjeno u grupama, gdje bi se u svakoj grupi nalazilo onakvo cvieće, koje u isti sat razklapa ili zaklapa svoje cvjetove, mogli bismo znati po njemu za dobu dana, kao što znademo po uri. Kušali su u raznim botaničkim vrtovima oživotvoriti Linnéov sat, ali nije baš uspjelo, jer ono cvieće, što su ga u tu svrhu izabrali, ne cvate većim dielom u isto doba godine.

Mi donašamo ovdje sat cvietni, kakva je Linné našao za Upsalu u Švedskoj. Sa * smo naznačili, da se cviet otvara u ono doba, a sa † da se zatvara:

3—5 sati u jutru:

Kozobrad zasukanolistni (*Tragopogon pratense*).*

4—5 sati u jutru:

Vodopija kostriešna (*Cichorium Intybus*) *

Lavozub gomoljasti (*Leontodon tuberosum*).*

Jagužac kostriešni (*Picris hieracioides*).*

5 sati u jutru:

Ljiljan žuti (*Hemerocallis fulva*).*

Mak divlji (*Papaver nudicaule*).*

Krijica sinja (*Sonchus oleraceus*).*

5—6 sati u jutru:

Kosovac jestivi (*Rhagodiolus edulis*).*

Dimak alpski (*Crepis alpina*).*

Maslačak (*Taraxacum officinale*).*

6 sati u jutru:

Runjika *Hieracium umbellatum*).*

Svinjak ljagavi (*Hypochoeris maculata*).*

6—7 sati prije podne:

Turica (*Alyssum utriculatum*).*

Dimak crveni (*Crepis rubra*).*

Runjika raznolistna (*Hieracium murorum*).*

Runjika jednoglavka (*Hieracium Pilosella*).*

Krijica žutožlježdasta (*Sonchus arvensis*).*

7 sati prije podne:

Vezika grančasta (*Anthericum ramosum*).*

Žutelj kišni (*Calendula pluvialis*).*

Loćika vrtna (*Lactuca sativa*).*

Lavozub suličasti (*Leonthodon hastile*).*

Lopoč bieli (*Nymphaea alba*).*

Krijica laponska *Sonchus Lapponicus*).*

7—8 sati prije podne:

Čupavac bradati (*Mesembryanthemum barbatum*).*

Čupavac jezičasti (*Mesembryanthemum linguiforme*).*

8 sati prije podne:

Krikica poljska (*Anagallis arvensis*).*

Klinčac rodoviti (*Dianthus prolifer*).*

Runjika gustoglavka (*Hieracium Auricula*).*

8—10 sati prije podne:

Maslačak (*Taraxacum officinale*).†

9 sati prije podne:

Žutelj povaljeni (*Carendula alvensis*).*

Runjika (*Hierecium chondrilloides*).*

9—10 sati prije podne:

Pjeskarica crvena (*Arenaria rubra*).*

Čupavac ledčasti (*Mesembryanthemum crystallinum*).*

Kozobrad zasukanolistni (*Tragopogon pratense*).†

10 sati prije podne:

Vodopija kostriešna (*Cichorium Intybus*).†

Loćika vrtna (*Lactuca sativa*).†

Kosovac jestivi (*Rhagadiolus edulis*).†

Krijica žutožljezdasta (*Sonchus arvensis*).†

11 sati prije podne:

Dimak alpski (*Crepis alpina*).†

11—12 sati prije podne:

Krijica sinja (*Sonchus oleraceus*).†

12 sati o podne:

Žutelj povaljeni (*Calendula arvensis*) †

Krijica laponska (*Sonchus Lapponicus*).†

1 sat o podne:

Klinčac rodoviti (*Dianthus prolifer*).†

Runjika (*Hieracium chondrilloides*).†

1—2 sata po podne:

Dimak crveni (*Crepis rubra*).†

2 sata po podne:

Runjika gustoglavka (*Hieracium Auricula*).†

Runjika raznolistna (*Hieracium murorum*).†

Čupavac bradati (*Mesembryanthemum barbatum*).†

2—3 sata po podne:
Pljeskarica crvena *(Arenaria rubra)*.†

2—4 sata po podne:
Čupavac ledčasti (*Mesembryanthemum crystallinum*).†

3 sata po podne·
Lavozub suličasti *(Leontodon hastile)*.†
Čupavac jezičasti (*Mesdmbryanthemum linguiforme*).†

3—4 sata po podne
Vezika grančasta (*Authericum ramosum*).†
Žutelj kišni (*Calendula pluvialis*).†
Runjika jednoglavka *(Hieracium Pilosella)*.†

4 sata po podne:
Turica *(Alyssum utriculatum)*.†

4—5 sati po podne:
Svinjak ljagavi *(Hypochoeris maculata)*.†

5 sati po podne:
Runjika *(Hieracium umbellatum)*.†
Nyctago hortensis *
Lopoč bieli *(Nymphaea alba)*.†

6 sati po podne:
Ždralica tužna *(Geranium triste)*. *

7 sati po podne:
Mak divlji *(Papaver nudicaule)*.†

7—8 sati po podne:
Ljiljan žuti (*Hemerocallis fulva*).†

9—10 sati u večer:
Cactus grandiflorus.*
Silenka noćna (*Silene noctiflora*).*

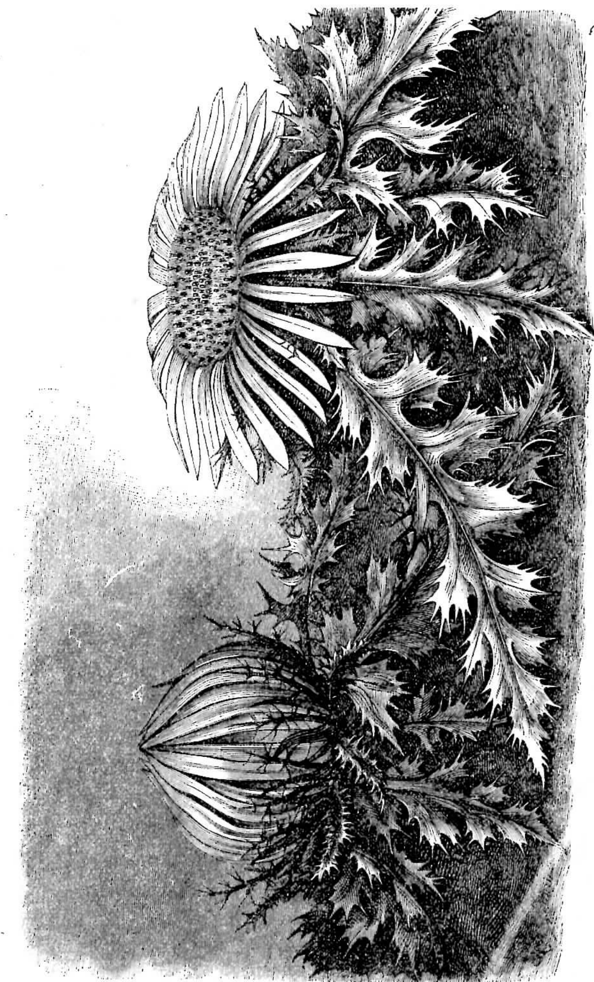
12 sati o po noći:
Cactus grandiflorus.†

Većina ovih biljaka raste i cvate i kod nas, samo što se razklapaju i zaklapaju ljeti cvjetovi za 1—2 sata kasnije, nego li u Švedskoj. Tomu je uzrok, što na dalekom sjeveru ljeti sunce prije izilazi i kasnije zalazi, nego kod nas.

Ovo periodičko otvaranje i zatvaranje od važnosti je po cviet. Cvjetovi, što su noću zatvoreni, zaštićeni su na taj način od vlage i studeni. Osobito je pelud osjetljiv na vlagu. U čistoj vodi popuca pelud i propadne. Za ljetnih noći obara se rosa na bilje, a takodjer i na cvjetove. Lako bi se dogoditi moglo, da se i pelud smoči od rose, što bi ga uništilo. Zatvaranjem se cvieta to zaprečuje. Noću se takodjer zrak znatno ohladi, te bi to moglo škoditi peludu i sjemenim pupoljcima. U zatvorenom je cvietu zrak uviek topliji od vanjskoga, jer kako znademo, cvjetovi disanjem stvaraju znatnu toplinu. Kada bi bio cviet noću otvoren, topli bi zrak izilazio iz njega i cviet bi se ohladio kao i okolni zrak.

Mnogi cvjetovi zatvaraju se i danju, ako prieti kiša. Kod kravljaka se (sl. 46; *Carlina acaulis*, Eberwurz, *carlina*) zatvaraju cvietne glavice, čim se nakupi malo više vlage u zraku, kao što biva ljeti prije kiše. Radi toga upotrebljuju više puta kravljak kao higrometar za proricanje vremena. Kravljak rado raste na kamenitom tlu. Osobito je čest na hrvatskom krašu. Imade stabljiku debelu i vrlo kratku, tako da velika glavica leži na zemlji. Glavica je sastavljena od vrlo

mnogo sitnih cvjetova. Cvjetovi na rubu imadu vjenčić jeziku podoban, dočim u sredini cievi. Kada u ovim cjevastim cvietovima pelud sazori i izpadne iz prašnika, iztura ga njuška napolje i na ulazu svakoga cvjetića vidimo grudicu peluda. Bumbari, koji rado



Sl. 46. Kravljak: lievo zatvorena cvjetna glavica, desno otvorena.

posjećuju ove cvjetove radi meda, što je sakriven u njima, prenašaju pelud s jedne glavice na drugu i tako ih oprašuju. Kako se pelud nalazi na otvorenom mjestu, lako bi ga mogla kiša okvasiti.

Da se to ne zbude, imade glavica na rubu one jezičaste cvjetove. Dok je liepo vrieme, stoje ovi na rubu kao trakovi na zviezdi. Čim se vlaga u zraku poveća, kako to biva prije kiše, počnu sa oni jezičasti cvjetovi uvijati prema sredini glavičinoj, i napokon se posve u sredini sastaju i tako čine nad glavicom čunjast krov (vidi na slici 46. lievo). Kapi kiše oskliznu se niz ovaj krov, kada padnu na nj, i tako ne naude peludu. Čim prestane kiša i zrak se osuši, razastru se opet jezičasti cvjetovi, sunce zasije na bielu kao srebro glavicu, a bumbari je opet počnu posjećivati. Komu se hoće, neka si pribavi glavicu od takvoga kravljaka, pak će moći po otvaranju i zatvaranju njezinom isto tako proricati vrieme, kao i kojim skupocjenim umjetnim higrometrom.

I od druge je koristi po cviet zatvaranje u stanovito doba dana. Čuli smo kod oplodnje silenke (*Silene nutans*), da je cviet danju zatvoren, da time zaprieči pristup nepozvanim gostovima u svoju nutrinu. Kukci bez krila, kakvi su n. pr. mravi, ne mogu biti koristni gostovi za biljku, ako bi oni posjećivali njezine cvjetove. Velika je nevjerojatnost, da bi n. pr. mravi mogli zgodno prenieti pelud s jedne biljke na drugu. Kod prenašanja peluda sa cvieta na cviet može samo koristiti onakva životinja, koja to čini brzo, kao što to biva kukcima i pticama, koje lete. S toga je razumljivo, da su mravi svojim posjetom samo na štetu cvietu, jer mu med požderu, a da za se za to ne mogu biljci odužiti. Ako zaprieči pristup ovakvim nepoznatim gostovima biljka do svojih cvjetova, riešila se i pogibli, da joj ne potroši dragocjen med utaman. Kod raznih vrsta razne su zaprieke, kojim se prieči pristup k cvjetovima nepozvanim gostovima, a mi ćemo ovdje samo neke od najzanimljivijih napomenuti.

Vrtljar namaže na voćkama jedan komad stabla liepivom kakvom tvari, da preprieči mrave i gusjenice, da se ne popnu na njih i da im ili sladki plod ili lišće ne unište. Ovakvim se sredstvom služi i priroda u mnogo slučajeva, da osobito mravima preprieči pristup do cvjetova. Kod jednih su to dlačice, koje imadu na vrhu ljepivu glavičicu. Ovakve se dlačice nalaze uviek na mjestima biljnim, koje su tik izpod samoga cvieta ili na samoj čaški. Tako nalazimo ljepive dlačice na cvjetnoj stapki od b i s k u p s k e k a p e (*Epimedium alpinum*), o g r o z d a (*Ribes grossularia*), raznih **k a m e n k i** (*Saxifraga*) i mnogih drugih. Kod spomenute već s i l e n k e (*Silene nutans*) i drugih nekih srodnih kao kod l j e p i c e (*Lychnis Viscaria*) namazan je čitav dio stabljike izpod cvieta ljepivom nekom tvari, koja izgleda kao ljepak, kojim se ptice hvataju. Kukci, koji se stabljikom uzpinju, hoteći se popeti do cvieća, priliepe se na onoj ljepivoj tvari, kao i ptice, što se priliepe na ljepak. Na takvim ćemo biljkama naći često čitave rpe sitnih kukčića, što se uhvatile na taj način.

Slično se štite cvjetovi od l o ć i k e (*Lactuca*). Sitni žuti cvjetovi ove vrtne biljke poredani su u malene glavice na vrhu stabljike. Ove su glavice obavite izvana zelenim ljuskavim listovima, koji su sagradjeni od stanica, koje su nabreknute od mliečnoga soka. Kožice su ovih stanica tanke i nježne i najmanjom ozledom izcuri iz njih bielo mlieko. Kada se mravi, koji su vrlo pohlepni za medom, uzpinju po loćiki hoteći se dočepati sladkoga soka iz cvjetova, dospiju do spomenutih listova. Mravi imadu na kraju svojih nogu po dvie oštre panče, pomoću kojih se penju. Došavši na one listiće s mliekom, zabodu i nehotice svojim pančicama u njih i tim si pribave svoju propast. Iz ranice u listu odmah izteče mliečni sok, kojim se noge i tielo mravlje zamažu. Kako je mrav nezadovoljan stvor, ne zna šale, razbjesni se i svojim oštrim čeljustima zagrize u listić, hoteći mu se tim osvetiti. Nu time još veću nepriliku na svoju glavu spravi. Mliečnoga soka izteče iz rana još više, ovaj mu zamaže i gubicu i čitavo tielo. Mrav se počne čistiti od mlieka, ali svakim kretom napravi nove rane u listiću, a mlieka sve više izvire. Neki se kuša spasti, da se baci na zemlju. Nu riedko to biva. Mlieko ono brzo zgruša na zraku i stvrdne se. Mrav se počne sve manje gibati, dok ga posve ne uguši preobilje mliečnoga soka, kojim je sav namazan.

Nu nije sve bilje tako okrutno, da ubija nepozvane goste. Neko znade odvratiti mrave od svojih cvjetova na taj način, da im na drugom mjestu dade tako žudjenoga meda. Bit će po svoj prilici većini čitatelja poznat vrtni cviet, što ga zovu liepi čovjek, breskvica, balzamina i t. d. (*Impatiens balsamina*). Ova biljka imade pri dnu lista sa svake strane peteljke po jednu žliezdu. Ova je žliezda kao okruglo puce na kratkom držku. Žliezda je sama okrenuta prama zemlji. Dok cvate biljka, izlučuje žliezda sladkoga soka. Mravi, koji se hoće da popnu do cvieta, moraju uz put naići na one žliezde i na njihov sladki sok. Sada ih nije više brige, da idu dalje, već stanu udobno lizati kao iz kakvoga tanjurića sladki med. Cviet je time spasen.

Za čudo je, kako je kod nekoga bilja mudro uredjena zaštita cvieta. Kod p i l i c e (*Serratula lycopifolia*), s r p c a (*Jurinea mollis*) i drugih nekih glavočika postaju mravi upravo zaštitnici njihovih



Sl. 47. Kako brane mravi (Formica execta) od jednoga proždrljivoga kukca (Oxythyrea funesta) cvjetove pilice (Serratula lycopifolia).

cvjetova. I pilica imade cvjetove sakupljene u glavice, kao i druge mnogobrojne glavočike. Mladi su cvjetovi, dok se niesu posve razvili, vrlo sočni, i proždrljivi neki kukci rado se goste njima. Time da-

kako biljka štetuje, jer joj ovi cvjetove posve unište. Nu mudro se oboružala pilica proti tim proždrljivcima. Uzela si ona plaćenike mrave, koji će je štititi od napadača kukaca, a njima za plaću daje hranu od samoga šećera. Glavica je pokrivena iz vana ljuskavim listovima, koji jedan drugoga prekrivaju kao criep na krovu. Iz šiljka ovih listova pišti u obilju sladki sok, kojega radi pohadjaju glavice od pilice mravi. Ovaj se sok znade na zraku posušiti i na šiljcima listova preostanu grudice ili maleni ledčići sladorni. Dok goder imade išto sladora ili sladornoga soka, ne odilaze mravi s glavica. Približi li se glavici kakvi kukac, kome bi se htjelo ili sladora ili možda mladih cvjetova, ne puštaju ga mravi, da sjedne. Prime se stražnjim nogama čvrsto za glavicu, čeljusti razšire, a zadak dignu prema neprijatelju. Ne mari li on za njih, pa se ipak hoće da spusti na glavicu, štrcnu mravi na nj oštre mravlje kiseline i tako ga prisile na uzmak (sl. 47.). Kada se cvjetovi posve razviju, ne će ih više proždrljivi kukci, a sada je dakako i straža od mravi suvišna. Iz listova glavice prestane pištiti sladki sok, a kako mravi ne nadju što za svoj želudac, ostave glavicu. Ta niesu oni ni dolazili na glavice iz kakve ljubavi prema biljci, već samo da nadju štogod za svoj želudac. Što su branili glavicu od napadača, činili su samo iz sebičnih razloga, bojeći se, da im oni ne preotmu sladki zalogaj. Biljci je pak svejedno, samo kad su joj obranili njezine cvjetove.

VI.

Oprašivanje ljubice, kadulje, žuke, svinjduše, kaćunovica, žutikovine, nopala. — Dihogamija. — Kratkovrati i dugovrati cvjetovi jaglaca i t. d.

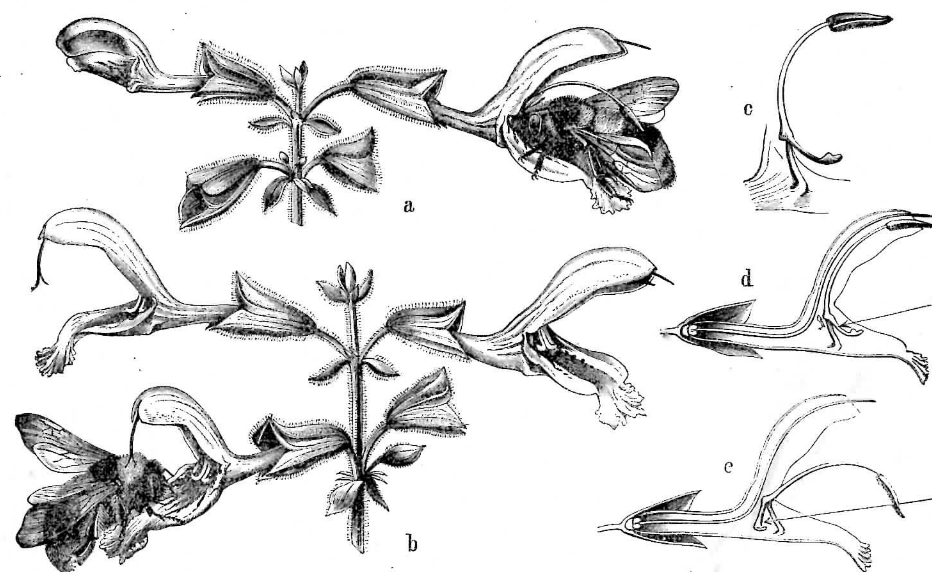
Pošto smo se upoznali s mamilima, kojima cvieće mami kukce, valja nam se sada pozabaviti sa samim načinom oprašivanja. Tu vlada tolika mnogoličnost, tolika bujnost, da bi se morale debele knjige napisati, kada bi se htjelo sve one prerazličite udesbe, što ih u cvieću različitom nalazimo, i oni mnogobrojni načini oprašivanja opisati. Mi ćemo se samo na nekoliko najzanimljivijih slučaja ovdje stegnuti, po kojima će moći čitatelj stvoriti sliku o tom vrlo zanimljivom pojavu u prirodi. Time će ujedno dobiti čitatelj drugi nazor o krasnom cvieću, no što ga je možda dosada gojio. On će uvidjeti, da razni mirisi, što ih cvieće pruža, niesu da se možda samo naš nos njima nasladjuje, ili da krasne boje i preliepi

oblici, što ih ono pokazuje, niesu samo zato tu, da u njima naše oko uživa, već da su sva ta razna svojstva u prvom redu na korist samom cvietu.

Uzmimo cviet od mirisave ljubice (*Viola odorata*). On imade pet ljubičasto bojadisanih latica; dvie odozgo prema gore su zakrenute, dvie postrance i jedna se nalazi odozdo. Ova je straga produljena u šuplju ostrugu, u kojoj sa nalazi med. U sredini cvieta vidjet ćemo pet žutih prašnika i jedan pestić. Prašnice su se tako poredale oko vrata pestićeva, da čine stupčić, iz koga viri njuška, koja je kao kukica zavinuta. Kada pelud sazori, izpane iz prašnica i izpuni prostor, što se nalazi izmedju ovih i vrata pestićeva, a ne može napolje pasti, jer se prašnice svojim bokovima jedna druge dotiču. Kada pčela hoće da siše med iz ljubičina cvieta, sjedne na dolnju laticu. Do meda može u šupljoj ostruzi dospjeti samo, ako svoje rilo tura izpod njuške i prašnika. Nu kako je tuj tiesan prostor, mora zadjeti o kukicu njuškinu i nju pomaknuti. Kako se njuška pomakne, razmaknu se prašnice, a pelud, što su ga zatvarale, padne na pčelino rilo. Kada pčela hoće u drugom cvietu da siše meda, mora se opet dotaći svojim rilom njuške i tako će na ovoj ostati peluda, što ga je s prvoga cvieta doniela na rilcu. Vriedno je spomenuti, kako se pelud uhvati na njušku kod slične maćuhice (*Viola tricolor*). Njezina njuška imade malenu rupicu okrenutu prema dolje. Iza ove se rupice, na njezinom rubu nalazi malena krpica. Kada pčela tura svoje rilce do meda, mora njime strugati o onu krpicu, i tako će sa rila ostrugati ona krpica pelud, koji se na njemu nalazi. Izvlači li pčela rilo iz cvieta, tiskat će time na onu krpicu i svinut je na otvor rupice, i tako će u nju pelud strpati, a tim će biti cviet oprašen.

Osobit je mekanizam kod oprašivanja cvjetova raznih kadulja ili kuša (*Salvia*). U Hrvatskoj flori imade više vrsta kadulja, kao što na pr. mirisavi kuš (*Salvia officinalis*), koji je u Primorju našem vrlo obična biljka. Za primjer ćemo uzeti kadulju ljepkastu (*Salvia glutinosa*), koja spada medju vrlo obične hrvatske vrste, a lako ju je naći u gajevima i na livadama ljeti gdje cvate. Cviet imade žut vjenčić, komu su se sve latice srasle i izgledaju kao ustne (vidi na slici 48. *a*. *b*.). U vjenčiću su dva prašnika s osobitim mekanizmom. Laglje ćemo razumjeti taj mekanizam, ako ih pogledamo na slici 48. kod *c*. *d*. i *e*. Prašnik imade na donjem svom dielu koso pričvršten nastavak. Taj je nastavak sa gornjim

dielom prašnika čvrsto spojen. Izpod mjesta, gdje je taj nastavak spojen s prašnikom, nalazi se kao nekakav zglob. Ako na taj nastavak pritisnemo smjerom strelice, kako je to na slici 48. kod *d*. i *e*. naslikano, sagnut će se prašnik. Ako popustimo, povratit će se u prijašnji svoj položaj. U cvietu su oba prašnika ukrita u gornju ustnu i ne vidimo ih iz vana. Samo se na ulazu u cvietno ždrielo vide oni nastavci. Izmedju obiju ovih nastavaka samo je malen otvor do nutrine ždriela. Osobito bumbari rado posjećuju cvjetove od ove kadulje. Kada dodje do cvieta, sjedne na donju ustnu (vidi na slici kod *b*. Med se nalazi na dnu vjenčićeva ždriela. Bumbar

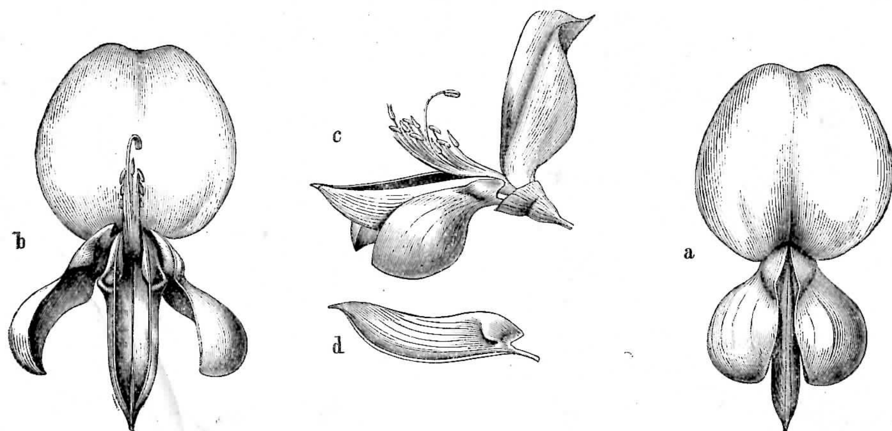


Sl. 48. Oprašivanje cvieta od kadulje ljepkaste (Salvia glutinosa).

turi svoje rilo izmedju oba nastavka, što se nalaze na prašnicima, ali kako mu je rilo prekratko, podje dublje u cviet. Time pritište na one nastavke, i kako su ovi spojeni s prašnicima, izadju iz gornje ustne i pritisnu se na hrbat bumbarov. Iz prašnica izpadne nešto peluda na bumbara i uhvati se na njegove dlake (vidi na slici kod a. desno). Čim bumbar ostavi cviet, vrate se prašnici u svoj prijašnji položaj. U ovakim cvjetovima viri njuška samo malo izpod gornje ustne. Nu malo po malo izraste ova i nalazi se upravo nad ulazom u cviet. Dospije li onaj bumbar u ovaki cviet, to će

mu nuždno njuška morati s hrbta nešto peluda ostrugati (na slici kod *b.*, a tim će biti cviet oprašen. Kako vidimo iz ovoga, i ovdje nije moguća oplodnja peludom istoga cvieta.

Osobit je način oprašivanja kod nekih lepirnjača *(Papilionaceae)*, kao na pr. kod žutice *(Genista*, Ginster, *ginestra)*, dunjice (*Medicago*, Schneckenklee, *lucerna)*, žuke *(Spartium*, Besensstrauch, *scope)* i drugih nekih. Za primjer ćemo uzeti žuku metlastu (*Spartium scoparium;* sl. 49.) koju smo već više puta napomenuli. Cviet u ove naličan je na lepira, kao i u drugih spomenutih lepirnjača, česa su radi i dobile sve ovakve biljke ime „lepirnjače." Ovaki cvjetovi imadu malenu zelenu čašku, kojoj su lapovi srasli, pet ovećih latica razno bojadisanih, koje upravo daju cvietu oblik, nalik na lepira. Ovih je pet latica raznoga oblika i



Sl. 49. Cviet od žuke metlaste (Spartium scoparium).

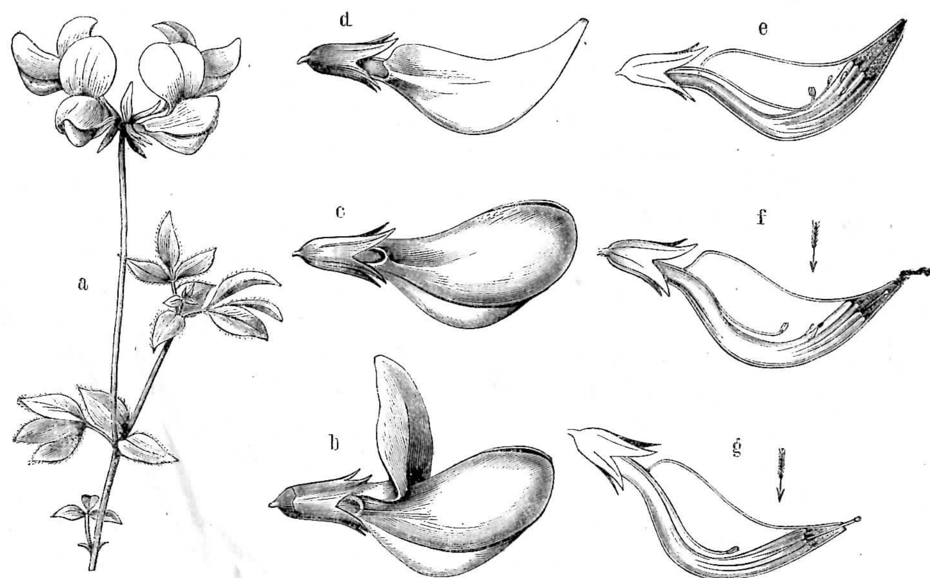
gornja latica izvrnuta je prema gore, kao jedro na ladji, česa su joj radi i dali ime „jedarce"; druga je i treća latica s lieve i desne strane cvieta poput krila u lepira, i zato su ih nazvali „krilcima;" četvrta i peta latica stoje odozdo i donjim su svojim rubom tako spojene, da čine kao malenu „ladjicu," u kojoj je sakriveno deset prašnika, koji su skupa srasli u ciev, a u toj se nalazi jedan pestić. U žuke imade na ladjici sa svake strane po jedna kvržica (vidi na slici 49. kod *d.*), koja točno pristaje u isto takovu udubinu krilaca, tako da su ova s ladjicom čvrsto spojena. Krilca imadu pri dnu po jedan tupi zub (vidi na slici 49. kod *c.*), koji se u normalnom položaju upire o donje dielove jedarca. Iz prašnika izpadne vrlo rano suhi pelud u kljun od ladjice, u kom stoji i vrh od prašnika. Ako pritisnemo na krilca, to će se na jednom izmaknuti oni tupi zubi, kojima su bila uprta o donji kraj jedarca, i krilca će se zajedno sa ladjicom naglo prema dolje spustiti. Prašnike su takodjer ladjica i krilca na vrhu malo povukli sobom prema dolje, ali radi pruživosti povrate se prašnici u prijašnji svoj položaj i time bace iz ladjice sipki pelud u vis. Ako na cviet sjedne koji kukac, koji bi htio lizati meda iz svieta, to će on morati sjesti na krilca i tim će onaj pojav prouzročiti. Prašnici će svojim elasticitetom baciti na njegov zadak peluda i svega ga naprašiti. Ako kukac dodje na drugi cviet, to će se njegov zadak dotaći njuške, i na ovoj će ostati nešto peluda.

Nu ne oprašuju se sve lepirnjače na spomenuti način. Osobit je način, što ga nalazimo kod vrlo obične naše lepirnjače svinjdjuše proste (*Lotus corniculatus*). Kako je ovo osobit način i zanimljiv, ne možemo propustiti, da i njega ne opišemo.

Cviet imade svinjduša u glavnom ustrojen kao i žuka (vidi na slici 50. *a. b. c. d.*). I ovdje su krilca spojena s ladjicom, tako da se pritisak na krilca prenosi i na ladjicu. Ladjica se napried nastavlja u šuplji čunj, koji je napunjen peludom. Na vrhu se toga čunja nalazi maleni otvor. Ako hoće kukac da siše meda iz cvieta svinjduše, mora sjesti na krilca. Kod toga možemo opaziti, kako iz vrha ladjice izilazi kao maleni crvić od peluda, koji se uhvati na donji dio tiela kukčeva, ili na noge. Taj ćemo pojav mnogo laglje razumjeti, ako na slici 50. pogledamo *e. f. g.* Tuj su naslikani cvjetovi u prierezu. Vidimo, kako se okanča ladjica sa čunjastim šiljkom, u kom je pelud. Pelud je odozdo zatvoren prašnicima kao kakvim čepom. Pritisne li kukac na krilca i ladjicu smjerom strelice (na slici *f. g.*), to će se ova svinuti, prašnici će pritiskati na vlažni pelud, a ovaj će morati kroz otvor na vrhu napolje izilaziti, kao što iz štrcaljke izilazi meso napolje, kada se kobasice prave. Na taj će način dospjeti peluda na donju stranu kukčevu. Posjeti li on drugi cviet, dogodit će mu se isto. Ali ako se ladjica još jače svine, izaći će kroz onu škuljicu na njezinom vrhu i njuška, i pritisnut će se o kukčevo tielo na ono mjesto, gdje već imade peluda s drugoga cvieta, a time će se ona oprašiti.

Godine 1862. izdao je Darwin svoje djelo o oprašivanju kaćunovica (*Orchideae*). Vele zanimljiva njegova opažanja pobudiše obću pozornost, i drugi učenjaci stadoše se baviti proučavanjem ži-

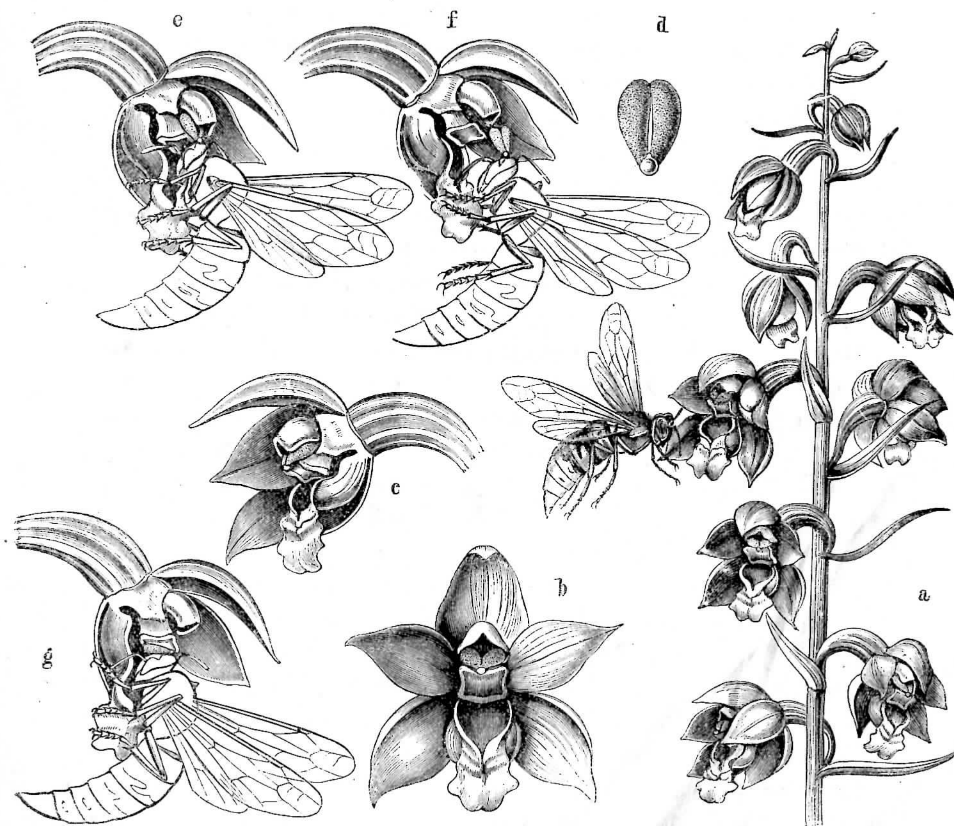
vota cvieća i njegovim oprašivanjem. U hrvatskoj flori imade kaćunovica jedno 65 vrsta, dočim ih je na čitavom svietu poznato jedno deset tisuća vrsta. Radi krasnoga cvieća počeše osobito kaćunovice iz vrućih strana u ovom stoljeću gojiti u toplim kućama. Za riedke se i osobito krasne plaćaju više puta ogromne svote. Naši kaćuni ne odlikuju se osobito velikim cvjetovima, ali svakako zauzimlju medju našim divljim cviećem radi ljepote odlično mjesto. Oprašivanje je prilično jednako kod raznih vrsta naših kaćuna, i mi ćemo ovdje uzeti za primjer k r u š č i k u m o č v a r a s t u (*Epipactis palustris*), što raste i kod nas gdjegdje u močvarnim krajevima, a



Sl. 50. Oprašivanje svinjduše proste (Lotus corniculatus).

druge vrste, vrlo srodne, po gorskim šumama našim. Da možemo bolje razumjeti način oprašivanja, moramo se prije upoznati sa cvietom, koji je po istom tipu gradjen, kao i u drugih kaćuna. Na vrhu se podrasle plodnice, koja je ovdje ujedno i cvjetna stapka, nalazi cvjetni ovojak, sastavljen od šest nejednakih listova (vidi na slici 51. kod *b*. cviet sprieda). Od ovih su šest listova tri izvana, a tri iz nutra. Od nutarnjih se triju listova donji odlikuje svojim osobitim oblikom, koji je u raznih vrsta kaćunovica razan. U jednih izgleda kao jezik, u drugih imade oblik kakova kukca, u nekih se pro-

duljio straga u dugačku šuplju ostrugu punu meda i t. d. U obće ovaj list daje cvietu kaćunovica one osobite oblike, radi kojih su došli na glas. Taj list zovu „u s n i c o m“ (*labellum*). U sredini cvieta stoji nastavak plodnice, što ga zovu „stupcem“. Ovaj stupac sastoji od jednoga prašnika i njuške, koji su skupa srasli, samo se u našega kaćuna g o s p i n e p a p u č i c e (*Cypripedium calceolus*)



Sl. 51. Oprašivanje kruščike močvaraste (Epipactis palustris).

nalaze po dva prašnika. U kruščike je ustnica po prilici veličine drugih listova cvjetnoga ovojka. Ona je udubena ozgo, i u toj udubini namazana medom. Tik nad ovom udubinom stoji četverouglasta njuška, a nad ovom jedini prašnik. Osobit je pelud u ovom prašniku. Prašnica sastoji od dviju polovica. U svakoj je polovici sav

pelud sliepljen u jednu kijačastu gvalicu. Obje se ove gvalice drže na jednom kraju; spaja ih maleno tjelešce, koje je vrlo ljepivo (kod *d.*). Ovo se tjelešce nalazi upravo na gornjem rubu njuške. Med, što se nalazi u udubini ustnice, vrlo rado ližu kukci. Najspretnije ga mogu lizati kukci s kratkim rilom, jer je udubina plitka. Cviet od kruščike osobito rado posjećuju ose, kako i na 52. slici imamo naslikano. Osa sjedne na ustnicu i počne lizati iz njezine jamice med ozdo prema gore. Kod toga dodje svojim čelom do četverouglaste njuške. Na gornjem se rubu ove nalazi ono ljepivo tielo, koje spaja obje polovice gvalica peludnih, i njih se mora dotaći gornjim krajem svoga čela, ako hoće još dalje u jamici da liže med. Čim se to zbude, priliepi se ono tjelešce na njezino čelo. Ako sada hoće da ostavi cviet, izvuče obje gvalice peluda iz prašnica i njezino čelo imade osobiti ures, kako imamo na slici 51. naslikano (vidi *g. e. f.*). One dvie gvalice stoje na čelu osinom kao dva roga. Med, što ga je našla osa na cvietu od ovoga kaćuna, išao joj u tek, i s toga ga ona traži i na drugim cvjetovima. Kako obilazi cvieće, može joj se dogoditi, da dobije više onakih rogova na čelo. Što dulje oblieće oko cvieća kruščikova, spuštaju se sve većma oni rogovi napried i napokon joj vise pred samim čelom. Ako sada posjeti koji cviet, morat će napokon one gvalice pritisnuti na njušku, a budući da je ova ljepiva, priliepit će se nešto peluda s gvalice na nju, i ona će biti na taj način oprašena. Time je cilj postignut, za kojim je išao svojim ustrojstvom cviet.

Kod svih je ovih opisanih načina oprašivanja cviet i njegovi dieli pasivan. Imade nekoliko primjera, gdje je cviet aktivan. Takovi su cvjetovi u običnoga našega grma žutikovine (*Berberis vulgaris,* Sauerdorn, *crespino),* što mjeseca svibnja i lipnja razvija svoje žute cvjetne grozdiće. U cvietu vidimo šest lapova čaške, zatim nešto manjih šest latica, šest prašnika i u sredini cvieta jedan pestić. U razcvatenom su cvietu lapovi, latice i prašnici razastrti. Na mjestu, gdje su prašnici pričvršteni, curi iz pestića med. Kada hoće kukac da med svojim rilom sisa, mora se dotaći i prašnika. Čim se to ovaj dogodi, svine se naglo prašnik prema kukcu i pritisne na nj peluda. Kukac se prestraši, hoće na drugoj strani meda lizati, ali tuj mu se isto zbude: čim se kraja donjega prašnikova dotakne, već se ovaj svine i opet ga posipa peludom. Kukac se napokon preplaši i odleti, kušajuć na drugom kojem cvietu žutikovom sreće. Tu opet sjedne na njušku pestićevu, a kako je već na prvom cvietu postao

sav prašan od peluda, nije čudo, ako se peluda nešto primi na njušku, a tim dakako i ova opraši.

U Dalmaciji raste divlji kaktus, indijska smokva ili nopal (*Opuntia),* koji imade takodjer podražljive prašnike kao i žutikovina. Veliki žuti cvjetovi imadu u sredini udubinu punu meda, a iz nje viri debeli pestić. S ruba udubine vire prašnici, koji se nad njom malo naginju. Dotaknemo li se prašnika, to će se on u luku svinuti prama pestiću. Pčele i drugi kukci rado posjećuju radi meda ove cvjetove. Ako hoće do udubine, to im je najzgodnije pristanište pestić. Hoće li po ovom sići do meda, moraju se hoćeš ne ćeš dotaći prašnika. Ovi se dakako radi toga odmah svinu i prašnica se dotakne tiela pčelina i stepe na nju peluda. Kod toga se uviek pčela po više prašnika dotakne, i tada je zanimljivo motriti, kako se svi ovi svijaju i pritištu na pčelu. Nu ne da se tim udarcima pčela prestrašiti. Dapače znade ona pelud sa sebe pobrati i odnieti u košnicu. Dodje li pčela do drugoga cvieta, to će svakako nešta peluda na njegovoj njuški ostati, i time je oprašiti.

Još je vriedno spomenuti podražljivost prašnika kod krasnoga našega različka (*Centaurea Cyanus,* Kornblume, *fioraliso),* što raste medju usjevima. Različak imade malene, prekrasno modre cvjetove smještene u glavicu, i time postaju oni, kako smo već prije spomenuli, vidljiviji. Pojedini cvjetić imade vjenčić kao ciev. U vjenčiću je pet prašnika. Prašnice su svojim rubovima sliepljene jedna s drugom tako da čine ciev, koja viri iz vjenčića. U toj je ciev sakriven vrh od pestića. Kada sazori pelud, prospe se, i padne nad njušku pestićevu, u ciev, što je prašnice čine. U to vrieme nije još njuška zrela za oplodnju, i s toga onaj pelud ne oplodjuje kao da i nije na njoj. Kukci, što posjećuju cvietne glavice različkove, dotaknu se prašnikovih niti a ove se odmah stegnu. Radi toga se snizi ona ciev od prašnica, a time njuška izadje napolje i pelud, što se na njoj nalazi, iztura napolje. Ovaj se uhvati donje strane kukčeva tiela. Kada njuška dozori, razpukne se na vrhu u dvie grane, i sada je tek može oploditi pelud. Ako se dotakne nje kukac, koji je donio već peluda s kojega drugoga različkova cvieta, ostane na njoj peluda, i ona je tako oprašena.

Ako promotrimo još jednom sve ove primjere, što smo ih opisali, vidjet ćemo, da je cilj svima ovim raznim uredbama, da se omogući oprašivanje tudjim peludom, a što više onemogući vlastitim peludom. Samo razmjerno malo bilja može se oprašiti i oplo-

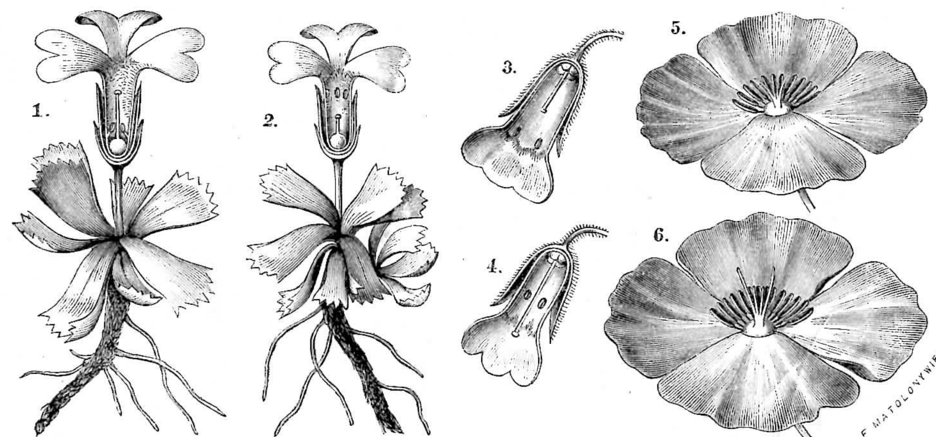
diti vlastitim peludom, nu većinom je potomstvo, što na taj način postaje, slabije i teže odolieva u borbi za obstanak. Većina se kaćuna i neko drugo bilje ne može oprašiti vlastitim peludom, kao što je Darwin dokazao svojim pokusima.

Bilje sa dvodomim cvjetovima, kao što su na pr. vrbe, ne može se dakako oploditi vlastitim peludom, jer su ovdje prašnički cvjetovi smješteni na posebnim individuima, a prašnički na posebnim. Jednodome bi se mogle vlastitim peludom oprašiti, da nije ovdje tomu donekle zapreka stavljena. Kod svih jednodomih biljaka prije su pestići zreli za oplodnju, nego li se pelud na istoj biljci prosipao iz prašnica Kod kukuruze, k o p r i v e ž i g a v i c e *(Urtica urens)*, johe i breze, lieske i graba, bukve i hrasta, oraha i vodoklena i t. d. uviek se razviju njuške, dok je još pelud u prašnicama zatvoren, a razlika može iznašati dva do tri dana, dapače kod r o g o z a m a l e n o g a *(Typha minima)* i devet dana. Na takvoj jednodomoj biljci može biti već njuška oprašena pače i oplodnja gotova, kada se tek prašnici otvore i prosiplju svoj pelud. Razni individui iste vrste ne procvataju u isto doba, i s toga je moguće, da će se pestići, koji su već razvijeni, oploditi peludom drugoga stabla. Ovaj pojav, da ne zore pestići i prašnici na istoj biljci u isto vrieme, zovu znanstveno d i h o g a m i j o m.

I u cvjetova, koji imadu i prašnike i pestiće, pojavlja se dihogamija. Kako smo već spomenuli kod vučje jabuke *(Aristolochia)*, pestić je već sposoban za oplodnju, kada su još prašnici zatvoreni, i obično kada je već njuška tudjim peludom oprašena, razpucaju se prašnici i iz njih izpadne pelud. U l i e p o g a č o v j e k a *(Impatiens Balsamina)* pokrivaju prašnici njušku kao kapa. Kada se cviet otvori, prosiplju prašnici pelud, i pčele, koje dolaze u cviet radi meda, odnašaju ga na svojem tielu. U to je doba još njuška nesposobna za oplodnju. Napokon prašnici uvenu, odpadnu s njuške i sada je tek ova dozrela za oprašivanje i oplodnju. Kod vučje jabuke se razvija dakle prije pestić, a kod liepoga čovjeka prije prašnici. Kao kod ovih biljaka nalazimo i kod drugih mnogih, da im prašnici i pestići u isto vrieme ne sazore.

Još je vriedno, da spomenemo jednu osobitu uredbu cvieta, kojoj je svrha, da se omogući križanje izmedju raznih individua iste vrste. Već su prošloga stoljeća i početkom ovoga opažali botaničari, da imade bilja, kod kojega se nalaze na raznim individuima cvjetovi, koji imadu prašnike i pestiće razne duljine. Na običnom j a g l a c u

ili j a g o r č i k i *(Primula acaulis)*, što je prva naša vjestnica proljeća, možemo to opaziti. Uzmemo s jednoga busa jaglačeva cviet, pak mu razrežemo uzduž žuti vjenčić, naći ćemo u njem pestić, kojemu je vrat dugačak kao i ciev vjenčića. U istom ćemo cvietu vidjeti prašnice, koje su na cievi vjenčićevoj pričvrštene u sredini njezine visine. Ovdje su prašničke niti srasle s vjenčićem, a samo su prašnice slobodne. Motrimo li i druge cvjetove s istoga busa, naći ćemo sve cvjetove s takovim dugačkim vratom i kratkim prašnicima. Uzmemo li cviet s kojega drugoga busa jaglačeva, naći ćemo obratno prašnike dugačke, kako je bio pestić u onim prvim cvjetovima, a pestić opet kratak, kako su bili prašnici u onom



Sl. 52. 1 i 2 bus jaglaca malenoga (Primula minima); **3 i 4 cviet plućnjaka ljekovitoga** (Pulmonaria officinalis); **5 i 6 cviet od Eschscholtzia californica.** 2. 3. 5 kratkovrati cvjetovi, 1. 4. 6 dugovrati.

prvom. Dakle razni busovi običnoga jaglaca imadu dvie vrste cvjetova: jedni sa dugim vratovima a kratkim prašnicima, koje ćemo zvati d u g o v r a t i m c v j e t o v i m a, a drugi s kratkim vratovima a dugim prašnicima, koje ćemo zvati k r a t k o v r a t i m c v j e t o v i m a. Osim onoga običnoga jaglaca, imadu i druge vrste jaglaca dvie vrste cvjetove, tako na pr. i naslikani (sl. 52. 1. 2.) m a l e n i j a g l a c *(Primula minima)*. Osim jaglaca nalazimo i kod drugoga bilja dugovrate i kratkovrate cvjetove na raznim busima, kao na pr. kod p l u ć n j a k a *(Pulmonaria* na slici 52. 3. i 4.) i t. d. V r b n i c a *(Lythrum Salicaria)*, z e č j a s o c a *(Oxalis)* i druge

neke biljke, imadu dapače tri vrste cvjetova na raznim busovima: dugovrate sa srednjim i kratkim prašnicima, srednjovrate s dugim i kratkim prašnicima, i kratkovrate s dugim i srednjim prašnicima. Svaka se od ovih vrsta cvjetova nalazi uviek samo na jednom busu.

Prvi je bio Darwin, koji je svojim pokusima odkrio značenje ovakih cvjetova s prašnicima i pestićima razne duljine. On je našao, da se pestić može oploditi samo s peludom prašnika jednake duljine: dugovrati s peludom dugačkih prašnika, kratkovrati pestić s peludom kratkih prašnika. Ako se obratno oprašuje pestić s peludom od prašnika razne duljine, dobije se slabije sjeme ili pače ne bude ni oplodnje. I ovo je dakle uredjeno, da se zaprieči oplodnja s peludom istoga cvieta. Kako i u ovim cvjetovima pelud prenašaju kukci, to je jasno, da će se kukac, koji se dotaknuo jednim dielom tiela na pr. peluda na dugačkom prašniku, dotaći istim dielom tiela njuške dugačkoga pestića na drugom cvietu.

VII.

Oprašivanje vlastitim peludom. — Kako postaju jednogodišnje biljke višegodišnjima. — Umnažanje razplodnim gomoljićima.

U prijašnjim odsjecima ovoga poglavlja vidjesmo razne ustroje cvieta, kojim je svrha, da se pelud s jednoga busa prenese na njušku drugih busova. Kod toga smo vidjeli, da su glavni prenosnici peluda uz vjetar kukci u našim krajevima, dočim u vrućim krajevima Amerike uz njih dolaze i malene ptičice kolibrići. Nu što će biti, ako ovih gostiju nema, ako njihovi posjeti izostanu? Razumljivo je, da bi u takvom slučaju morao ostati cviet neoprašen, i on bi promašio svoju svrhu. Tko i malo motri cvieće, znat će, da od svakoga cvieta ne nastaje plod. Uzmimo samo naše voće, kao što su jabuke i kruške: koliko se cvjetova u proljeće na njima razcvate, a koli se malen dio od njih razvije u plodove! Tako vidimo i kod mnogoga drugoga bilja. Ako padne cvatnja za kišovito doba, ne će se moći oploditi obično cvjetovi, jer smo čuli, da vlaga veoma škodi peludu. Nu ne samo da pelud propada od kiše, već i kukci, ovi glavni pomagači kod oplodnje, ne izilaze napolje za ružnoga i kišovitoga vremena. Pčelarima je dobro poznato, da se pčele za kišovitoga vremena drže svojih košnica, i da znade štetno djelovati na njih, ako zlo vrieme dulje potraje. Pčele ne mogu tada ići meda sabirati, već se moraju hraniti medom, što ga imadu u košnicama od prije, pa ako ga svega potroše, morat će od glada skapati. Kao pčela, tako se i drugi kukci: kao bumbari, ose, lepiri, muhe i t. d. sakrivaju za ružnoga vremena u zakloništima. Ako dakle kukci za kišovitoga vremena ne izilaze napolje, ne može se cvieće oprašiti, i potraje li nevrieme predugo, odpast će prije cviet.

Bilje, što više godina živi, i u strogom podneblju će ipak barem jedne godine ploda moći donieti, i tako će moći ostaviti potomstva. Nu drugojačije je sa jednogodišnjim biljkama. Jednogodišnjim biljkama zovu se u biljarstvu onakve biljke, što traju najviše godinu dana ili bolje rečeno jedno ljeto. Neke se od njih za vrieme od 2. mjeseca, a druge i dulje, razviju iz sjemenke, procvatu i donesu ploda. Ovakim se biljkama može lako dogoditi, da ružno vrieme padne baš za njihove cvatnje. Tada će dakako zlo proći: ne će se moći oprašiti ni oploditi, a po tom ni ploda donieti. Tada dakako ne bi biljka zadovoljila svojoj glavnoj zadaći, da si osigura potomstvo. Moglo bi se tada dogoditi, da čitava biljna vrsta izumre, a malo po malo bi se moglo dogoditi, da bi većina jednogodišnjega bilja izumrla. Da se to ne zbude, obdarila je priroda osobito jednogodišnje bilje osobitim svojstvima. Ako propadne sva nada, da bi se cviet mogao oprašiti tudjim peludom, opraši se on sam i tada dobije biljka sjemena. Vlastitim se peludom dakako ne mogu oprašiti dvodome biljke, a i većina dihogamijskih, osobito ne one, kojim je znatan vremeni razmak izmedju sazrievanja prašnika i pestića. Onakvi cvjetovi, koji se moraju uteći oplodnji vlastitim peludom, čine to obično tako, da se prašnici svinu nad njušku i na nju pelud iztepu, ili opet da se same njuške primaknu k prašnicima. Valja nam ovdje još naglasiti, da to čini cviet samo od nužde, ako se ne može oprašiti tudjim peludom.

Neke se jednogodišnje biljke znadu tako pomoći, ako ne mogu prve godine zreloga sjemena donieti, da produlje svoj život još na jednu, a više puta i na više godina ili, da se u kratko izrazimo, jednogodišnje biljke mogu postati višegodišnjima, ako ne mogu odmah ploda donieti. Ovaj je pojav dobro poznat vrtljarima. Neke jednogodišnje biljke mogu prisiliti, da postanu višegodišnje, ako im ne dadu cvasti. Na tom se osniva n. pr. umjeće, da se rezeda ili katanac *(Reseda odorata)* načini višegodišnjom biljkom. Ako rezedu pustimo samu sebi, to će ona procvasti i donieti ploda u godini dana i tada uginuti. Hoćemo li, da od nje

dobijemo višegodišnju biljku, ne smijemo joj puštati, da cvate. Zato joj moramo odmah pupoljak cvjetni odkinuti, tek što se počeo pomaljati. To moramo opetovati svakiput, kad se god pokaže koji pupoljak. Činimo li tako, ne će katanac u jesen uginuti, već će prezimjeti. Druge godine možemo isto opetovati. Ako tako radimo, razvijat će biljka neprestano nove grančice, ove će pače odrveniti i dobit ćemo napokon liepi trajni grmić od katanca. Ako ga tada pustimo da cvate, razvit će bezbroj cvjetova, koji će razlievati prekrasni miris. Tako nalazimo i u prirodi: ako jednogodišnja biljka dospije iz umjerenijega kraja u hladniji, ne će joj moći u ovom plod sazoriti, i tada će ona obično postati višegodišnja ili trajna biljka.

I na drugi se način znade biljka pomoći. Ako već ploda ne može donieti, a ona stvori pupoljke ili zametne gomoljiće, koji odpadnu i u povoljnim prilikama mogu opet ponarasti u novu biljku. Tako n. pr. nalazimo kod zlatice (*Ranunculus Ficaria*). Zlatožute cvjetove zlatičine, ako rastu na sunčanom mjestu, rado posjećuju razni kukčići, koji ih oprašuju. Ovaki busovi donose ploda. Nu drugčije biva s busovima zlatičinim, što u hladu rastu. Njihove cvjetove vrlo riedko kukci pohadjaju, i radi toga ovi riedko kada donesu ploda. Nu takvi si busovi pomognu na drugi način. U pazuščima listova razviju se mali pupoljci, maleni gomoljići. Kada stabljika ugine, odpadnu ovi gomoljići i sliedeće godine zakoriene se, prolistaju i tako je iz njih opet nova biljčica porasla. Ovakih bi primjera još mogli navesti, ali radi prostora neka bude i ovaj dosta.

VIII.

Što je plod? — Crnogorični cvjetovi. — Kako se plodovi štite od napadaja životinjskih i od nevremena? — Razprostranjenje sjemena i ploda: štrcanjem, vjetrom i životinjama.

Vidjeli smo, da će se cviet samo tada dalje razvijati, ako se sjemeni pupoljak oplodi sadržajem peludnim. Pelud, što je dospio na njušku, izraste u ciev, u koju udje sav sadržaj peludov. Ova ciev raste tako dugo, dok joj vrh ne dospije do malenih vratašaca na sjemenom pupoljku. Kada se to zbude, prodre ona u nutra i jezgra iz cievi peludne spoji se sa jezgrom u jajnoj stanici sjemenoga pupoljka. Samo ako se to spajanje dogodi, razvijat će se jajna stanica dalje. Jajna je stanica prije oplodnje gola, bez ikakve stanične kožice. Poslije oplodnje odjene se odmah staničnom kožicom. Tada se ona stane živo dieliti i uvećavati, dok napokon od nje ne postane mladi zametak.

U isto doba, dok se razvija zametak, razvija se i sjemeni pupoljak dalje. Od njega postaje napokon ono, što smo nazvali sjemenkom. Ako je u plodnici samo jedan sjemeni pupoljak, to će se razviti iz njega samo jedna sjemenka, a imade li ih više, to će obično i više sjemenaka postati.

Nu ne očituje se oplodnja samo u najbližoj blizini, već i dalje. Posljedice oplodnje prelaze i na dalnje dielove pestićeve i kadkada i na druge dielove cvieta. Ne oplodi li se cviet, to će on prije ili kasnije odpasti s biljke, što vidimo na našem voću poslije cvatnje, s kojega neoplodjeni cvjetovi odpadaju. Oplodi li se cviet, ne će tomu tako biti. U najviše slučajeva odpadnu svi drugi dielovi cvieta osim samoga pestića. Iz pestića se tada razvije ona čest biljke, što je i u običnom životu zovemo plodom.

U prijašnjim odsjecima niesmo se obazirali posebno na cvjetove crnogoričnoga drveća. Budući da se ovi znatno razlikuju od drugoga bilja sa cviećem, valja nam nešto o njemu spomenuti. Kod svih su crnogorica cvjetovi jednodomi ili dvodomi, t. j. oni nemaju cvjetova, u kojim bi i prašnici i pestići bili u jednom cvietu, već su oni razstavljeni. Kod jele i omorike nalazimo malene prašničke cvjetove na donjoj česti stabla, dočim pestićki cvjetovi na vrhu izgledaju kao poznati češeri. Osobitost je upravo u ovim posljednjim. Na stapki češerovoj stoje ponamještene ljuske u zavojnoj crti, gusto zbijene. Na gornjoj strani ovakve ljuske nalaze po dva sjemena pupoljka. One ljuske niesu skupa srasle i baš je u tom znamenita razlika od ostaloga cvjetnoga bilja. U ovoga znademo, da su sjemeni pupoljci zatvoreni u šupljoj plodnici. Plodnica je sagradjena od listova, plodničkih listova, kako znademo. U crnogorica niesu ovi plodnički listovi — one ljuske na češeru — skupa srasli, i radi toga su sjemeni pupoljci posve slobodni. S toga i zovu crnogorice s nekim drugim biljem (cikadeama i gnetaceama) golosjemenjačama. To je samo jedna razlika. Nu imade ih još drugih, koje se osobito u sjemenom pupoljku nalaze, na koje se ne možemo ovdje obazirati. Češer jelov ili omorikov jest po tom jedan ženski cviet, u kom se nalazi vrlo mnogo plodničkih listova, koji se niesu razvili u prave pestiće, kao u drugoga bilja sa cviećem. Češer je ujedno, kada sazori, i jedan plod, jer svaki pravi plod postaje od jednoga cvieta.

Sjemenka i u njoj zametak treba zaštite od nepogoda vremena, dok se još nalazi u plodu. Kod onakih plodova, što ostaju zatvoreni, dok goder sjeme ne sazori, štiti ga sam plod od takvih pogibli. Nu drugojačije je s onakim sjemenkama, koje se nalaze u plodovima, što imadu kakih škulja ili otvora. Na tobolcima se često nalaze takvi otvori. Sazore li sjemenke u plodovima, obično se odrune sa plodnice i padnu na njezino dno. Stapke, na kojim su tobolci nasadjeni, obično su vrlo pružive. Zanjiše li njima vjetar, zanjihat će se i tobolci na njima, a sjemenke će se kroz otvore raztepsti na daleko i široko, kao što se n. pr. kapljice vode raztepu, ako mokrom grančicom mahnemo. Time se sjemenje raztepe i dospije dalje od majke biljke. Uz to i sjemenje dospije na razna mjesta, radi česa ne će jedna biljčica, što je postala iz sjemenke, otimati drugoj hrane, što bi se dogadjalo, kada bi obje na istom mjestu ponarasle. Nu hoće li se moći tako sjemenje iz tobolaca raztepsti, ako je ono smočeno vodom? Bez sumnje ne će. Voda će sliepiti sićušne sjemenke i ako ih takove vjetar i izbaci iz tobolca, to će sve morati na istom mjestu proklijati. Radi toga će jedna drugu gušiti, kao što se guše usjevi, koji su pregusto zasijani. Uzmimo, da sjemenke niesu izpale napolje, jer ih je možda voda priliepila uz stienu tobolčevu. Ovakve će se sjemenke ugušiti od vode ili će već u plodu proklijati, što dakako nije dobro za njih. Proklijavši u njemu morat će mlade klice radi nestašice hrane uginuti. Iz ovoga vidimo, kakvim je pogiblima izvržena sjemenka i u njoj zametak od strane kiše u otvorenim plodovima. Mudro je skrbljeno kod takvoga bilja, da se predusretne ovoj pogibli. Plodovi, što imadu otvor gore okrenut, imadu oko njega zubce, koji se zaklapaju, čim se u zraku i malo previše vlage nakupi, kako to biva ljeti prije kiše. S i l e n k e (*Silene*), d r j e m i n e (*Lychnis*), k l i n č i ć i i druge mnoge biljke imadu takve plodove, kojim se oko otvora nalaze zubci, koji se zaklapaju, čim postane zrak vlažniji, i time zatvaraju otvor na tobolcu.

Ako se pitamo, a zašto su jedni plodovi suhi, a drugi mesnati, dobit ćemo odgovor, da je tomu uzrok, što su se oni razno prilagodili razprostranjenju. Znademo, da ne smijemo sjemenje gusto sijati, jer ne će moći bilje, što iz njega izraste, dovoljno hrane naći. Tako bi bilo i sa sjemenjem, što se samo zasije. Jedna biljka od d u h a n a (*Nicotiana Tabacum*) proizvodi godišnje 360.000 sjemenaka, p a s t i r s k e t o r b i c e iliti r u s o m a č e (*Capsella Bursa pastoris*) 64.000, t r p u t c a v e l i k o g 14.000 i b u n i k e (*Hyoscianus niger*) 10.000. Kada bi to silno sjemenje ostalo izpod matere biljke i proklijalo, koliko bi se moglo biljaka iz njega razviti? Jedva jedna, koja bi mjesto majčino zauzela, dočim bi druge radi premaloga prostora morale uginuti. S toga su plodovi na razan način gradjeni, s raznim ustrojima snabdjeveni, koji im pomažu, da se što dalje razšire, da se braća iste majke ne moraju medjusobno uništavati. Mesnati su plodovi s toga mesnati, sočni i sladki, da primame životinje, koje će ih pojesti i onda njihovo sjemenje raznieti. Nu bi li bilo za biljku koristno, kada bi plodovi odmah od početka bili za jelo, kada još niesu u njima sjemenke sazorile? Bez dvojbe ne bi. Prije reda bi ih životinje odkinule, prije nego što se može zametak u sjemenci dovoljno razviti. Mlade su sjemenke uz to nježnije od zrelih i s toga ne bi mogle odolievati probavnim sokovima u probavilu životinjskom. Da se zaprieči, da životinje prije reda ne odkinu plod, imade kod raznoga bilja raznih načina za to. Najrazšireniji je način, što nezreli plodovi ne valjaju za jelo, jer sadržaju tada u sebi u velikoj množini kiselina, kadkada pače i otrova. Nezrelo voće obće je poznat primjer. U nezrelo grožđje, trešnje, višnje i t. d. ne će ptice ni druge životinje dirati. I sama boja ovakvoga voća štiti ga od napadaja životinjskih. Nezrelo voće zovemo i zelenim. Zelenom bojom ne razlikuje se od lišća i s toga se iz daljega ne može opaziti. Kako su takvi plodovi udešeni za raznašanje životinjama, osobito pticama, ne bi bilo za nj od koristi, da ostane i zrelo zeleno bojadisano. Da zrelo voće mogu ptice već s daleka zamjetiti, potrebno je, da se svojom bojom od okolice dobro razlikuje. Plodovi, koji dozrievaju na biljkama, koje niesu svoga lišća odbacile, i koje je još zeleno, najbolje će se od njega izticati crvenom i žutom bojom. Sjetit ćemo samo na pojav, kako se n. pr. zrele trešnje, jagode radi svoje crvene ili žute boje već iz dalekoga zapažaju. Drugojačije je sa plodovima, koji dozrievaju u jesen, kada obično lišće našega bilja, prije no će spasti, promieni zelenu boju u žutu ili crvenu. Na takvom se bilju ne bi žuti ili crveni plodovi razlikovali od lišća, ne bi se mogli iz daljega zamjetiti. Najzgodnija je tamnomodra boja za plodove takvoga bilja. Tamnomodre bobulje od d i v l j e l o z e (*Ampelopis quinquefolia*) dobro se iztiču od crvenoga lišća u jesen, kao što i slične koštunice s r e m z e (*Prunus padus*) od narančasto-žutog njezinoga jesenskoga lišća. Da i miris ploda pomaže mamiti živo-

tinje, ne trebamo ni napose spominjati. Postanak mirisa u plodu raznoga našega voća može se samo na taj način razumjeti, ako uzimljemo, da je to mamilo za životinje, koje imadu njihovo sjemenje raznositi.

Nu nije za biljku svejedno, kakove životinje njezin plod jedu. Ona mora gledati, kako će se čuvati nepozvanih gosti, koji bi joj plodove izjeli, a da ne bi onoj svrsi zadovoljili, radi koje im je pružila plod. Plodovi ruža, poznati šipci, udešeni su za ptice. Razni drozdovi vole u jesen mekane šipke. Spomenute tvrde koštice, što se u šipku nalaze, prolaze kroz crieva drozdova neozledjene. Pogani ih raznose drozdovi na daleko i tim ruže razsijavaju. Nu i miševi rado jedu šipke. Da li bi bilo po ružu od koristi, da joj miševi požderu šipke? Nipošto ne bi. Svojim oštrim sjekutićima razgrizu oni lako i tvrde koštice, a time unište i zametak. Ovakih gosti ne treba ruža. Zato je njezina stabljika obrasla poznatim bodljikama, kojim su vrhovi okrenuti prema dolje, radi česa se ne ufaju miševi uzpinjati po njima, a time su dakako i šipci očuvani od njih.

Neke životinje jedu čitav plod sa sjemenkom i zametkom, pa ipak pomažu za njihovo razpostranjenje. Takove su na pr. v j e v e r i c e, k r e š t e l i c e (*Garulus glandarius*) i l j e š k a r i c e (*Nucifraga caryocates*). Ove se životinje hrane žirom, bukvicama, lješnjacima, orasima i t. d. Plod, koji pojedu, propadne. Nu imadu ove životinje osobit običaj, koji upravo pomaže razširenju ovih plodova. One naime suvišnu hranu spremaju u rupe, škulje i u razna skrovišta za zimu. Ako životinja s kojega god razloga ne dodje više po spravljene plodove, bud što zaboravi, bud što je možda pala žrtvom kojoj drugoj grabežljivoj životinji, to će one proklijati u proljeće i iz njih će se razvijati mlada biljka: lieska, hrast ili možda i bukva.

Još ćemo spomenuti, da i kukci pomažu razprostranjenju plodova i sjemenja. Osobito se u tom mravi ističu. L i v a d n i m r a v (*Tetramorium caespitum*) osobito voli neko sjemenje, koje imade veliku nabreklinu na sebi, kao na pr. k o p i t n j a k a (*Asarum europaeum*), r o s o p a s a (*Chelidonium majus*), s k r i ž a l i n e (*Cyclamen europaeum*), v i s i b a b e (*Galanthus nivalis*), l j u b i c e (*Viola odorata, Austriaca*), z i m z e l e n a (*Vinca minor*) i zazličitih m l j e č e r a (*Euphorbia*). Oni vole onu nabreklinu na sjemenu. Kad je izjedu, ostave sjemenku, a ona kao da je neozledjena, proklije. Nu ne izjedaju oni one nabrekline na mjestu, gdje su sjeme našli, već je po svom običaju vuku do mravinjaka. Kod toga više puta ni ne dovuku do samoga mravinjaka sjeme, jer je možda pretežko, već izjedavši onu nabreklinu, ostave ga na putu. Više puta se uz putove mravlje nalaze uzduž zasijane takove biljke, od kojih oni vole sjemenje.

Mnogo je češće, da životinje i proti svojoj volji raznašaju plodove i sjemenke. Sjemenje, što se nalazi u glibu i blatu, lako se s ovim priliepi na noge ptica, što po njem gaze. Čaplje i mnoge druge ptice močvarice i plivačice, koje baš mnogo ne paze na čistoću, prenose često na nogama grudice blata s mnogo sjemenaka raznoga bilja. D a r w i n je našao, da je iz $6^{3}/_{4}$ unče takvoga blata s nogu raznih ptica proklijalo ništa manje nego 537 biljaka. Na nozi jarebice našao je Darwin jednom $6^{1}/_{2}$ unče zemlje, iz koje su proklijale 82 biljke. Iz toga je razumljivo, zašto su baš močvarne biljke i razni korov s polja tako razšireni.

Mnogo češće raznosi se sjemenje i plodovi pomoću posebnih priudesba, što se na njima nalaze. Jednom su na njima razne priljepčive tvari, kojima se plodovi ili sjemenke priliepe na životinje. Jošte su češće razne kukice, kojima se prihvati plod o runo ili perje životinjsko. Č i č a k (*Lappa*) je za to liep primjer. Cvjetovi su čičkovi sakupljeni u glavice, koje imadu iz vana mnogo štetina, koje su na vrhu kao kuka savinute. U runo životinja ili o naše odielo rado se ove kukice zadjenu. Kada su cvjetovi sazorili, lako se s kukicama čitava glavica odlomi. Slično nalazimo i kod mnogoga drugoga našega bilja. Prolazimo li kroz pusti drač, to će nam biti više puta čitavo odielo pokrito raznim plodovima, kojih ćemo se jedva moći riešiti.

Kod svih ovih slučajeva sudjeluje plod pasivno. Mnogo su zanimljiviji načini, gdje sjeme dospieva na životinje aktivno. Od ovih zanimljivih pojava navesti ćemo samo nekoliko primjera, koji se najvećma ističu. U Primorju i u Sriemu raste jedna biljka srodna s tikvom, krastavcem i dinjom, koju naš narod zove s t r c a l j, nedirac, divlji krastavac i t. d. (*Ecballium Elaterium*, vidi sliku 53. a.), sve imena, što pokazuju na njezino osobito svojstvo ili na njezinu srodnost s drugim poznatijim biljkama. Plodovi su joj nalik na krastavac. Stapka, na kojoj je plod nasadjen, zavinuta je prema zemlji. Kraj se stapke nastavlja kao kratki čep u nutrinu ploda. Iznutra je plod izpunjen sjemenkama i nekakvom sluzi. U stieni

plodovoj nalazi se sloj stanica, koje su vrlo napete, i koje se nastoje stegnuti. U tom ih prieči onaj čep od stapke, što ulazi u nutrinu ploda. Kada plod sazori, odkine se od čepa i stapke i u istom času se onaj pruživi sloj stanica u stieni njegovoj stegne. Poradi toga nastane veliki pritisak od stiene plodove na sjemenke i sluzi u nutrini njegovoj, radi česa ih iztisne na polje. Plod štrcne sjemenke i sluz kao štrcaljke vodu.

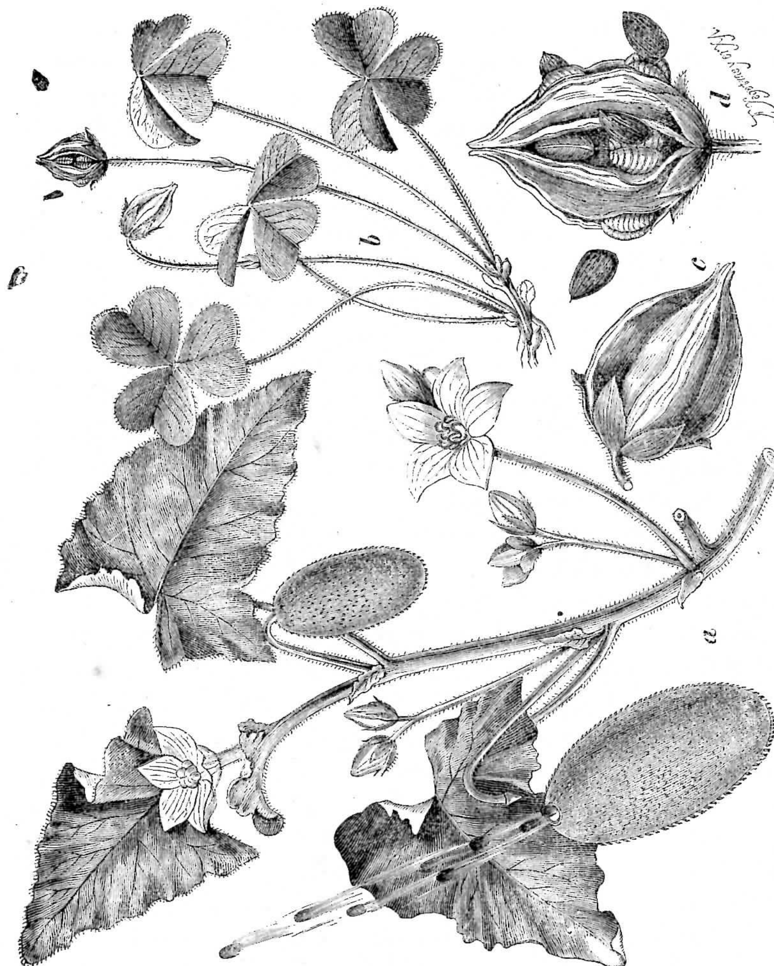
Zanimljiv je način, kojim izbacuje z e č j a s o c a (*Oxalis*; sl. 53. *b. c. d.*) svoje sjemenke. Staničje, što ovdje djeluje, nalazi se na samoj sjemenci. Jedan od nutarnjih slojeva sjemene lupine sastoji od samih stanica, koje su vrlo nabrekljive. Sloj stanica, koji ih pokriva, nije pruživ. Nabrekljivi sloj pritište veoma na onaj vanjski. Kada sjemenka dozori, nabrekne nabrekljivi sloj još većma. Vanjski sloj pukne i smota se, a kroz pukotinu njegovu i kroz pukotine u plodu izleti sjemenka napolje.

U narodu je dobro poznata biljka, kojoj je nadjeo ime radi takvoga svojstva n e t e k (*Impatiens Noli me tangere*). U vrtovima se sadi vrlo često srodna neteku vrsta poznati „liepi čovjek“ ili balsamina (*Impatiens Balsamina*), koja pokazuje takodjer takovo svojstvo. Njihovi su plodovi mesnati, dugoljasti, načinjeni od pet plodničkih listova, koji su svojim rubovima srasli. U tim se plodničkim listovima nalazi tik izpod tjenice osobito staničje, koje je veoma napeto. Kada sazori plod, razpukne se na onim mjestima, gdje su plodnički listovi srasli. Radi toga se ono napeto staničje stegne, a time i listovi smotaju. Kako se oni u jedan hip smotaju, bace sjemenke, što se u plodu nalaze, daleko na polje.

Ovakvim mehanizmima ne mogu sjemenke baš daleko dospjeti. Najdalje bace sjemenke *Hura crepitans* i *Bauhinia purpurea*, biljke iz vrućih krajeva, od kojih prva može 14 metara, a druga 15 metara daleko baciti svoje sjemenke. Nu i to nije baš osobita daljina. S toga možemo držati, da nijesu ovi čudni mehanizmi načinjeni, da samo sjeme što dalje bace. Sve takve biljke pokazuju osobito svojstvo, da im plodovi, kada su posve zreli, i uz najmanji dodir eksplodiraju. Baš radi toga im je i dao hrvatski narod imena kao nedirac i netek. Životinja, što prolazi na pr. uz strcalj, dodirne se i nehotice njezina ploda, koji u taj čas strcne na njezino tielo sjemenke, koje se je uhvate onom ljepivom sluzi. Životinja će sjemenke sobom ponieti i kada će si kožu čistiti, otepsti će ih na zemlju.

Napokon ćemo još spomenuti, da i voda i vjetar raznose sje-

menje. Voda može dakako raznositi samo onakovo sjemenje, koje može na njoj plivati. Da može poslije sjemenka plivati, ne smije joj voda nauditi. Mnogo više ima bilja, kome vjetar sjemenje raznosi. Ovakvo mora biti sjemenje ili vrlo sićušno ili mora imati osobite aparate za liet. To su ili pahuljice kao na pr. kod vrbovoga



Sl. 53. Strcalj (Ecballium Elaterium); *a.* grana s cvjetovima i plodom; kako se plod odkinuo i kako strca sjemenke; *b.* zečja soca (Oxalis Acetosella); *c.* njezin nezreli, i *d.* zreli plod.

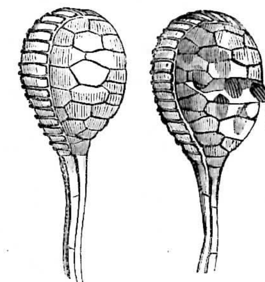
sjemenja i kod maslačkova ploda; ili su to krila, koja daju plodu ili sjemenu veliku površinu kao na pr. kod breze, javora i t. d Budući da je već o tom bilo govora u prvoj knjizi ovoga djela, ne ćemo više o tom spominjati.

IX.

Razplodjivanje paprati i mahovina. — Miena generacija kod paprati i mahova.

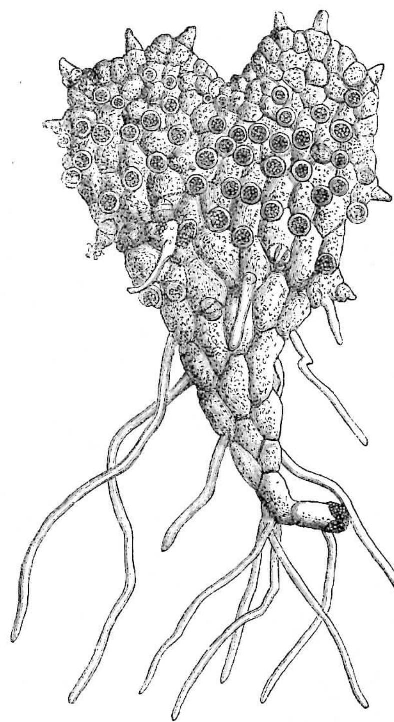
Naš narod priča, da paprat cvate samo jednom u godini na Ivanjsku noć. Vriedno da je potruditi se i potražiti njegov cviet, jer tko ga ima, taj da razumije sve, što govore životinje i biljke, koje rastu. I na Ivanjsku noć da je težko naći papratov cviet. Kao hrvatski narod, tako za čudo i drugi narodi imadu sličnu priču o papratovu cvietu. Ali i biljari niesu dugo znali, kako se paprati množaju. Tek o polovici ovoga stoljeća bacio je znameniti njemački botaničar Hoffmeister svjetla i u to tamno pitanje. Uzrok tomu, što se tako dugo nije znalo, kako se paprati množaju, nije bio u tom, što bi se možda organi dotični vrlo riedko pojavljali, već u tom, što su oni vrlo sitni. U istinu su ti razplodni organi vrlo obični i možemo ih gotovo na svakom listu papratovom kao smedje pjege ili pruge opaziti. Kod vrlo obične naše paprati oslada ili sladkoga koriena (*Polypodium vulgare*) vidimo one organe na donjoj strani lista kao smedje pruge. Metnemo li od takove pruge nešto pod sitnozor, vidjet ćemo posudicu na kratkom držku. Ova je posudica — trusnik (*sporangium*) ćemo ju zvati — napunjena sitnim zrncima t. zv. trusom (vidi sl. 54.). Ako ovaki trus dospije na vlažno tlo, proklijat će i za neko će vrieme iz njega izrasti malena biljčica, koju zovu protalij (sl. 55.). Ovaj protalij osobita je biljčica: obično izgleda kao tanki zeleni list, koji je na jednom kraju izrezan kao srce. Sagradjen je od jednoga sloja stanica. Stabljike, lista ni koriena nije tu moći razlikovati. Na donjoj se njegovoj strani nalaze fine dlačice, kojima je pričvršćen o tlo. Na njem se nalaze osobiti organi: jedno su okrugla tjelešca, u kojima postaju osobite stanice bludilice t. z. spermatozoidi, kakove imademo naslikane na 4. slici kod *l.* od liepe jedne paprati t. zv. gospinoga vlasa (*Adianthum Capillus Veneris*). Dospiju li ovi spermatozoidi u vodu, gibat će se pomoću trepavica, što ih imadu na svom tielu. Osim onih tjelešaca, u kojima postaju spomenuti spermatozoidi, naći ćemo na protaliju još osobite organe. Ovi su na mjestu, gdje su na protaliju prirasli, razšireni i imadu u nutra golu stanicu, zvat ćemo je jajnom stanicom. Na razšireni se dio nastavlja kratka ciev, izpunjena sluzi. Dospije li na protalij kap vode, izaći će spermatozoidi napolje, plivat će po njoj i doći do one cievi i kroz njezinu sluz će proći do jajne

stanice, gdje će se s njom spojiti. Spermatozoid će dakle oploditi jajnu stanicu, kao n. pr. kod cvieta što oplodjuje peludni sadržaj jajnu stanicu u sjemenom pupoljku. Kada je jajna stanica na papratovom protaliju oplodjena, počne rasti i napokon postane od nje mladi paprat. Na ovom postaju opet trusnici i tako se s nova počne opetovati onaj proces, što smo ga opisali. Paprati dakle moraju proći dvie generacije, da mogu obstati: jednu spolnu, koju nalazimo u obliku malenoga protalija, i nespolnu, koju zovemo u običnom životu paprat. Na protaliju postaju oplodnjom jajne stanice spermatozoidom odrasli paprat, a na ovom opet bez oplodnje trusnici s truskama.



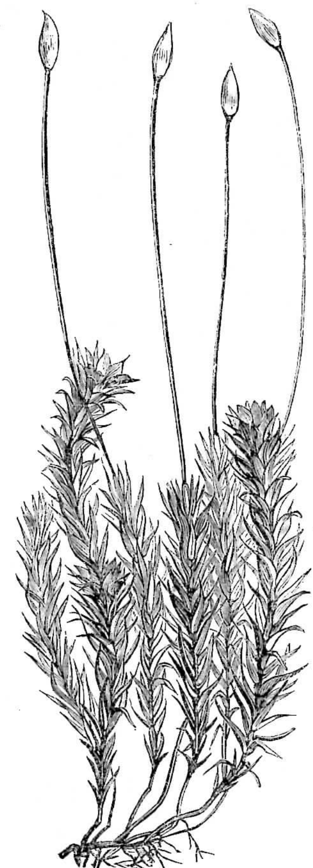
Sl. 54. Papratovi trusnici.

Kod mahovina se nalazi način razplodjivanja, što je u mnogom nalik na onaj paprati. U proljeće ili jesen naći ćemo na busima mahovine osobite posudice, koje su nasadjene na štetinaste držke (vidi sl. 56.). Ove posudice, zvat ćemo ih i ovdje trusnicima, pokrivene su opnastom kapicom. Kada se otvori trusnik, izpadne iz njega trus na zemlju. Na vlažnoj će zemlji i ovaj trus proklijati. Iz njega će izrasti najprije dugački zeleni končići, a na njima sam mah. Ovdje ne nalazimo osobitoga protalija, kao kod paprati; može se sam mah takvim smatrati. Da se u istinu može sam mah smatrati protalijem, vidjet ćemo i po tom, jer se na njemu razvijaju onakvi organi, kakvi se i na protaliju papratovom razvijaju, iz kojih postaju spermatozoidi s jedne strane, a jajna stanica s druge strane. Na sl. 4. vidimo kod *i.* i *k.*



Sl. 55. Protalij papratov (povećan).

naslikane spermatozoide dvaju mahova, koji su slični onim paprati. Ako na one organe dospije voda n. p. kap rose, izaći će spermatozoidi napolje, i počet će se gibati svojim trepavicama po vodi. Plivajuć dodju do otvora onoga organa, u kom je jajna stanica sakrivena, prodru do nje i spoje se s njom kao i u paprata. Kad se spojio spermatozoid s jajnom stanicom, počne se ova dalje razvijati. Ona se dieli u nove stanice i napokon izraste iz nje trusnik sa svojim držkom. U trusniku se stvaraju truske, koje će opet klijati moći i čitav se proces može opetovati.



Sl. 56 Mali vlasak (Polytrichum commune).

Paprati i mahovi, ma da se na prvi pogled veoma razlikuju, pokazuju dakle ipak u načinu razplodjivanja nešto sličnosti. U svom životu mora mah paprat dvie generacije proći: jednu nespolnu i jednu spolnu. Nespolna je generacija kod paprati ono, što mi u običnom životu zovemo paprat zajedno s trusnicima; kod mahova opet ona trusnik sa svojim držkom. Druga je spolna generacija kod paprati neugledni maleni protalij, dočim je to u maha vidjenije tielo, što ga u svakdanjem životu zovemo mah. Nespolna generacija postaje iz spolne i mah i paprat moraju od svoga poroda do svoje smrti proći obje ove generacije.

X.

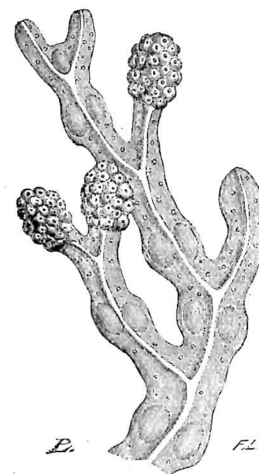
Razplodjivanje alga i gljiva: Fucus, Spirogyra, Peronospora, Mucor, babje uho, pećurka.

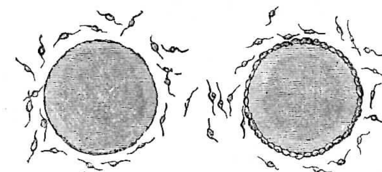
Sada bi nam još preostalo koju kazati o razplodjivanju najnižih biljaka, kamo se ubrajaju alge i gljive. Kako ovdje vlada upravo ogromna mnogoličnost, prekoračili bismo granice ove knjige

kada bismo htjeli navesti sve one razne načine, kojima se alge i gljive umnažavaju, i s toga ćemo se samo na nekoliko primjera stegnuti. Za bakterije smo opisali već u njihovom poglavlju način umnažanja, i s toga se ne ćemo više ovdje na njih obazirati.

Na obali morskoj naći ćemo vrlo često smedju jednu algu, što je naš narod zove **brak** ili **bračić** (*Fucus*; sl. 57.). Uzmemo li je u ruke, vidjet ćemo razgranjene rskave grane. Na granama vidimo mjehure izpunjene zrakom, koji pomažu brak, da može u moru osovno plivati. Na vrhu ćemo nekojih grančica opaziti malene kvržice, koje na svom vrhu imadu otvore. Ove su kvržice šuplje. U jednim postaju jaja, a u drugim spermatozoidi. Kada su jaja dozrela, izadju napolje u vodu. Oko njih se domala nakupi sićušnih spermatozoida, koji se pomoću trepavica vrlo živo giblju u vodi (vidi sl. 57. s desna). Takvi spermatozoid prodre u jaje i s njim se spoji. Sada je jaje oplodjeno. Ono sada počne rasti i od njega napokon postane novi brak.

Već smo u prvom poglavlju spomenuli vrlo običnu algu spirogiru, što dolazi po našim sladkim vodama. Spomenuli smo je radi



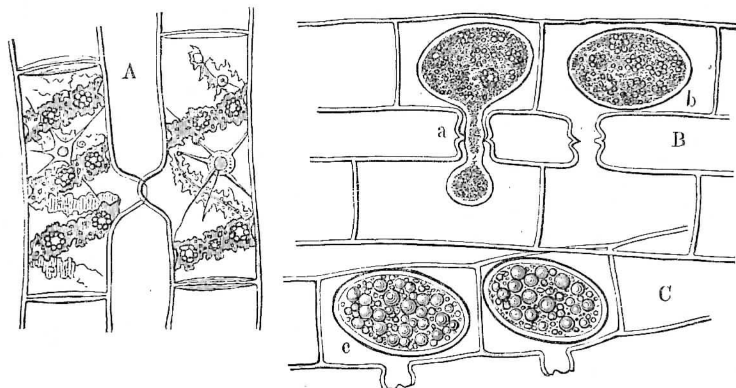


Sl. 57. S lieva plodna grana brakova (Fucus vesiculosus), **a s desna dva jajeta sa spermatozoidima.**

liepih tjelešaca listnoga zelenila, koja se nalaze u stanicama svinuta poput spirale. Te su alge dugački konci, zeleni poput smaragda. Svaki takav konac sastoji od stanica valjkastih, koje su nanizane poput zrna u čislu. U mjesecu svibnju oplodjuju se ovi konci na osobit način. Po dva se konca približe posve. Stanice od jednoga i drugoga konca izrastu na mjestu, što je najbliže drugom koncu, u ciev. Ove cievi rastu tako dugo, dok se od dviju stanica obiju konaca svojim vrhovima ne dotaknu i ne srastu (vidi na sl. 58. kod *A*). Kada se to zbude, zaokruži se u objema stanicama, koje su

s onim cievima spojene, njihov sadržaj. Iz jedne stanice prodje malo po malo sav sadržaj kroz ciev u drugu stanicu (vidi na slici 58. kod *B. a.*). Kada dodje iz jedne stanice sadržaj u drugu, stopi se s njezinim sadržajem: prasluzi se medjusobno stope, a isto tako i jezgre. Napokon se ovako stopljeni sadržaj odjene vastitom kožom i truska je gotova (vidi na sl. 58 kod *B. b.* i *C.*). Ako sada konac, u kom su truske, iztrune, dodju ove na slobodu. Ovakve truske mogu i sušu i zimu dobro podnieti. Kako se ljeti znadu vode izsušiti, u kojim se spirogire nalaze, to uginu i spirogire. Nu njima je potomstvo osigurano s onim truskama. One mogu i prezimjeti i u proljeće proklijati, a time je očuvana vrsta od propasti.

Druge se opet mnoge alge mogu umnažati i pomoću trusaka, koje su postale oplodnjom, i opet truskama, koje nastaju bez oplodnje. Na sl. 4. kod *e.* i *f.* imademo naslikano oplodjivanje ta-



Sl. 58. Oplodjivanje spirogire (Spirogyra longata).

kovo. Iz alge izadju osobite stanice, što smo ih već u prvom poglavlju opisali i tamo nazvali stanicama bludilicama. U našim su primjerima to duguljaste, zelene stanice, bez stanične kožice. Na jednom šiljastom kraju imadu dvie vrlo tanke trepavice. Ovim trepavicama udaraju po vodi i time se gibļju. Ako ih pod sitnozorom motrimo, ne ćemo se moći do sita nagledati njihova gibanja: kao da imamo pred očima kakove životinjice, što se igraju. Sada će jedna stanica bludilica zaokrenuti na ovu stranu, sada opet na drugu; sada će nam je izpred očiju nestati, a sada se opet pomoli. Do mala ćemo opaziti, kako se po dvie love.

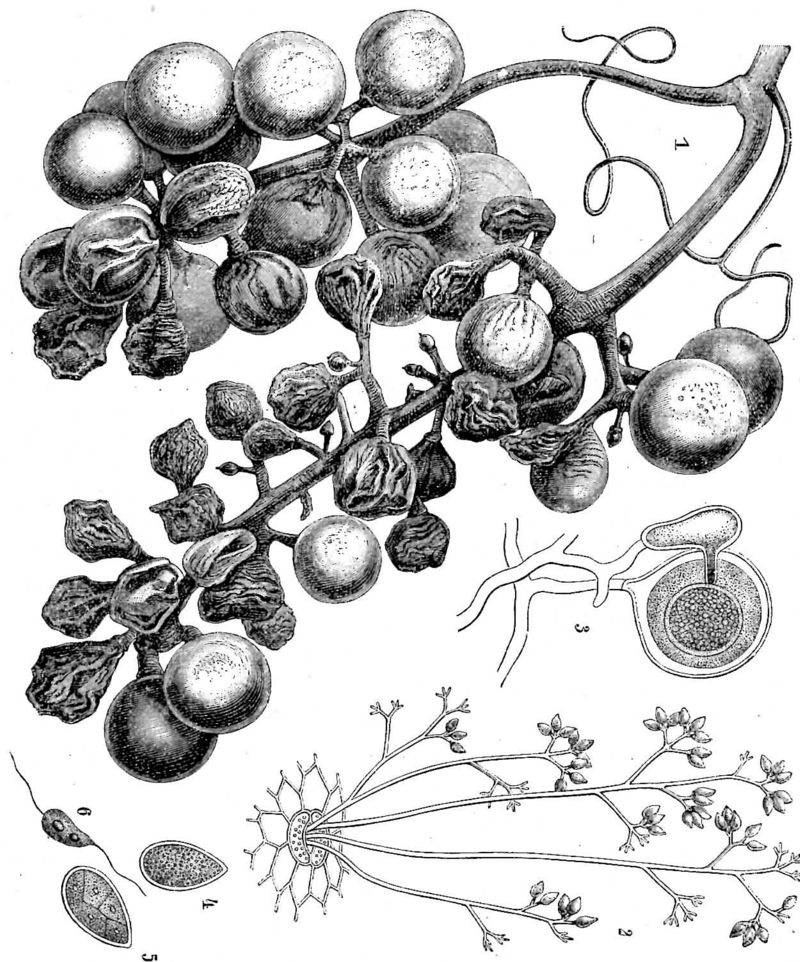
Prednjim se dielom tiela, gdje su trepavice prirasle, sljube napokon i ovako se giblju dalje (vidi na sl. 4. kod *e.* i kod *f*). Napokon se posve sljube, stope u jedno tielo i umire. Tada napokon izgube trepavice, zaodjenu se staničnom kožicom i truska je gotova. Ovakva truska može opet u onakvu algu izrasti, od kakove je postala ili neko vrieme miruje, pače i godinu dana, i tada tek izraste u novu biljčicu.

Nu vrlo često ćemo ovakih stanica bludilica naći, koje se ne spajaju prije no će se pretvoriti u trusku. I ovakve imadu po dvie ili i više trepavica na svom tielu, kojima se vrlo živo giblju u vodi (na sl. 4. kod *a. b. c. d.*). Kada su našle zgodno mjesto, umire se, pričvrste, izgube trepavice, odjenu se staničnom kožicom i eto gotova je truska. Iz truske može opet izrasti biljka, kakova je bila i ona, od koje je postala.

A sada da se još malo pozabavimo s gljivama. Gljive, osobito niže, u mnogom podsjećaju na razplodjivanje alga. U glavnom se gljive od alga razlikuju, što one nemaju listnoga zelenila. One živu kao nametnice na drugom bilju i na životinjama, ili se opet hrane lešinama njihovim i odpadcima njihovim. One dakle primaju već gotovu hranu i s toga im i nije potrebno listno zelenilo. Njihov je način hranitbe sličan onom bakterija. Budući da mnoge od njih živu na bilju i na račun se njegov hrane, prouzrokuju na njem razne pogubne bolesti. Osobito su s toga štetne gospodarima, jer im kulturno bilje ubijaju i žetvu umanjuju. Jedna od takovih vrlo škodljivih gljiva je obće poznata peronospora (*Peronospora viticola*; sl. 59.), koja je u novije doba velike štete učinila na vinovoj lozi. Donesena je nehotice američkom lozom u Evropu. Ponajprije se u Francuzkoj u većoj mjeri pojavila. Odavle se razširila domala gotovo po čitavoj Evropi. Svagdje je učinila velike štete u vinogradima. I u Hrvatskoj je ona uz trsnu uš ogromne štete počinila i svakako je na njoj znatan dio krivnje, što su nam vinorodni krajevi opustjeli i narod osiromašio. Srećom se našlo dobro sredstvo proti njoj, i danas nije više tako opasna, kao što je trsna uš.

Na lozi, koja oboli od peronospore, suši se lišće i odpada. Kako znademo, list je upravo glavni organ, kojim se biljka hrani. Kad loza izgubi lišće, ne može ona uspievati, a ne može ni ploda donašati. Ako se na grozdu pojavi peronospora, osuše mu se bobice i napokon odpadnu (vidi na sl. 59. kod 1.). Promotrimo li bolestan list lozin pobliže, vidjet ćemo na njemu kao neku bielu

pliesan. Ako pod sitnozorom motrimo takvu pliesan, vidjet ćemo je kao razgranjene končiće, a na njihovim vrhovima jajolike truske (vidi na sl. 59. kod 2. i 4.). Končići izrastu iz lista kroz puči. Ako dospiju truske u vodu, proklijat će. Iz njih izadje po nekoliko sta-



Sl. 59. Peronospora viticola.

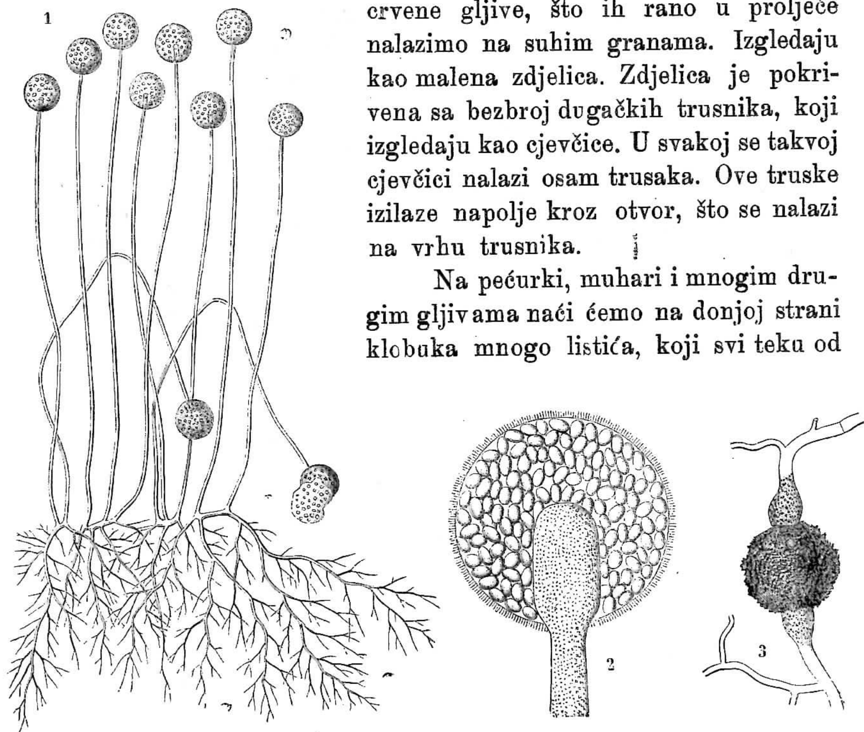
nica bludilica (vidi na slici 59. kod 6.), koje se pomoću svojih dviju trepavica po vodi giblju. Kad su se dovoljno naletjele po vodi, umire se i izgube trepavice. Ako se nalaze na trsovu listu, proraste ona u dugački konac, koji kroz puči prodre u nutarnjost

listovu. Tu se razgrani i iz stanica listovih počne crpsti hranu za sebe. Radi toga moraju stanice ugibati, a time i sam list. Spomenusmo, da truske u vodi klijaju i da se samo u njoj mogu stanice bludilice gibati. S toga je razumljivo, da će se peronospora najjače za vlažnoga vremena razprostranjivati. Vjetar može lako sićušne truske raznašati. Padne li takva truska na suh list, ne će moći proklijati, jer joj manjka voda. Tada dakako ne će ni list oboljeti. Nu padne li na vlažan list, proklijat će i na opisani ga način okužiti. Truske ovakve ne prezimuju. Za tu svrhu imade peronospora osobite truske. Takve se truske stvaraju u odpalom lišću, peteljkama i viticama. Končić se peronosporin na kraju veoma razširi poput mjehura. Na bližnjem kojem končiću izraste takodjer na kraju mjehur kijačasti, mnogo manji od onoga (vidi na sl. 59. kod 3.). Iz ovoga kijačastoga mjehura izraste u onaj okrugli cjevčica kao kljun kaki. Kroz ovaj kljun izadje iz manjega u veći mjehur sav sadržaj i spoji se sa sadržajem većega. Time je sadržaj većega mjehura oplodjen. Oko ovoga se domalo načini debela koža i truska je gotova. Ovakva prezimuje, a u proljeće se može njom opet okužiti vinograd.

Ako pustimo vlažan kruh na zraku, domala će se na njemu pojaviti bujna vegetacija raznih gljivica, što ih zove naš narod zajedničkim imenom pliesni. Gotovo uviek ćemo naći jednu veliku pliesan, koja izgleda kao biele pahuljice, a zovu je znanstvenim imenom: Mucor. Na onim bielim pahuljicama opazit ćemo crna sitna zrnca. Ova su zrnca trusnici, u kojim postaju veoma malene truske. Ako ovaka truska padne na kruh ili i na kakvu drugu zgodnu tvar, proklijat će. Iz nje će izrasti končić koji će urasti u kruh i u njem se razgraniti. Iz ovih končića izrastu poslije nekoga vremena u zrak ravni dugački konci, kojim se na vrhu stvore okrugli, crni trusnici (na slici 60. kod 1. kod 2. jedan trusnik jače povećan). U trusnicima ima bezbroj trusaka, koje može i najslabiji vjetrić raznieti. Kako razvija mukor bezbroj ovakih trusaka, a vjetar ih raznosi, razumljivo je, što će se pliesan najednom pojaviti, gdje ga niesmo ni slutili. Ove truske postaju bez oplodjivanja. Nu kadkad ćemo naći na mukoru trusaka, koje su postale oplodjivanjem. Ovakve postaju tako, da se dva končića svojim vrhovima srastu i njihovi sadržaji spoje, a na onom mjestu postane jedna velika crna truska (na slici 60. kod 3.). Ove truske mogu dugo vremena mirovati. Ako dospiju na zgodno tlo, prokliju i iz njih se opet razvije čitavi busić mukorov.

Kod savršenijih gljiva, koje u običnom životu nazivljemo gljivama, riedko je gdje poznato, da bi truske postajale oplodnjom. Čini se pače, da se većina njih razplodjuje bez oplodnje. Njihove se truske razvijaju u ogromnoj množini i veoma su sićušne, da ih prostim okom i ne možemo pojedince motriti. Kod babljega uha (*Periza coccinea*), smrčka (*Morchella*) i drugih nekih stvaraju se truske u posebnim trusnicima. Bablje uho vidio je po svoj prilici mnogi od čitatelja. To su prekrasno crvene gljive, što ih rano u proljeće nalazimo na suhim granama. Izgledaju kao malena zdjelica. Zdjelica je pokrivena sa bezbroj dugačkih trusnika, koji izgledaju kao cjevčice. U svakoj se takvoj cjevčici nalazi osam trusaka. Ove truske izilaze napolje kroz otvor, što se nalazi na vrhu trusnika.

Na pećurki, muhari i mnogim drugim gljivama naći ćemo na donjoj strani klobuka mnogo listića, koji svi teku od



Sl. 60. Mucor.

stručka gljivina do ruba klobukova. Na ovim se listićima stvaraju truske u ogromnoj množini. Metnemo li klobuk od obične pećurke (*Psaliota campestris*) na bieli papir, naći ćemo ga drugi dan izpod klobuka bojadisana smedje-ljubičasto nekakvim praškom. Taj prašak su same truske. Dospije li ovakva truska na konjski gnoj, proklijat će iz nje i izrasti končić, koji će se po gnoju razgranati kao paučina. Iz te paučine napokon izraste stručak s klobukom, koji se uzdigne nad tlo.

Ako još jednom ove sve primjere promotrimo, vidjet ćemo, da se alge i gljive truskama umnažaju. One mogu postati ili oplodjivanjem ili bez njega. Kod gljiva pače, čini se, preteže postanak trusaka bez oplodjivanja. Truske, što postaju oplodnjom, mogu se mnogo dulje uzdržati nego one druge. Znade se za dosta primjera, gdje truske odmah klijaju, čim postaju. Ako se nalaze na nezgodnu tlu, pa ne mogu klijati, izgube klicavost do mala i propadnu. Truske, koje postaju oplodnjom, mogu nasuprot dugo vremena uzdržati klicavost. Po onom, što smo prije rekli o oplodnji, imadu obično ovake truske i drugu prednost. Ako su postale spajanjem dvaju raznih individua, koji su rasli pod raznim okolnostima, imat će njihovo potomstvo svojstva od oba roditelja, jer se oplodnjom prenašaju svojstva njihova na potomstvo. Moramo doduše priznati, da ne znamo na mnogo pitanja, koja se tiču oplodnje, odgovoriti, kao n. pr. zašto imade prednost truska, koja je postala spajanjem dviju stanica iste biljke, pred truskom, koja nije oplodnjom postala. Trebat će još uztrpljivoga iztraživanja, da možemo pravo shvatiti te razne pojave kod umnažanja i životinja i biljaka.

---×---

SADRŽAJ.

———×———

